

# Primjena alternativnih goriva u urbanom prometu

---

**Papić, Ana**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2021**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies, Rijeka / Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:187:764268>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-23**



**Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet**  
University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies - FMSRI Repository](#)



**POMORSKI FAKULTET**

**ANA PAPIĆ**

**PRIMJENA ALTERNATIVNIH GORIVA U URBANOM  
PROMETU**

**DIPLOMSKI RAD**

Rijeka, 2021.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
POMORSKI FAKULTET**

**PRIMJENA ALTERNATIVNIH GORIVA U URBANOM  
PROMETU**

**APPLIANCE OF ALTERNATIVE FUELS IN URBAN  
TRAFFIC**

**DIPLOMSKI RAD**

Kolegij: Planiranje kopnenih prometnih sustava

Mentor/komentor: Izv. prof. dr. sc. Siniša Vilke

Studentica: Ana Papić

Studijski smjer: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0112065362

Rijeka, rujan 2021.

Student/studentica: Ana Papić

Studijski program: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0112065362

IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI ZAVRŠNOG RADA

Kojom izjavljujem da sam završni rad s naslovom  
Primjena alternativnih goriva u urbanom prometu  
(naslov završnog rada)

izradio/la samostalno pod mentorstvom  
Izv. prof. dr. sc. Siniša Vilke  
(prof. dr. sc. / izv. prof. dr. sc. / doc dr. sc. Ime i Prezime)

te komentorstvom \_\_\_\_\_

stručnjaka/stručnjakinje iz tvrtke \_\_\_\_\_  
(naziv tvrtke).

U radu sam primijenio/la metodologiju izrade stručnog/znanstvenog rada i koristio/la literaturu koja je navedena na kraju završnog rada. Tuđe spoznaje, stavove, zaključke, teorije i zakonitosti koje sam izravno ili parafrazirajući naveo/la u završnom radu na uobičajen, standardan način citirao/la sam i povezo/la s fusnotama i korištenim bibliografskim jedinicama, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Rad je pisan u duhu hrvatskoga jezika.

Suglasan/na sam s trajnom pohranom završnog rada u cjelovitom tekstu u mrežnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci te Nacionalnom repozitoriju Nacionalne i sveučilišne knjižnice.

Za navedeni rad dozvoljavam sljedeće pravo i razinu pristupa mrežnog objavljivanja:  
(zaokružiti jedan ponuđeni odgovor)

- a) rad u otvorenom pristupu  
b) pristup svim korisnicima sustava znanosti i visokog obrazovanja RH  
c) pristup korisnicima matične ustanove  
d) rad nije dostupan

Student/studentica

(potpis) Papić Ana

Ime i prezime studenta/studentice

Ana Papić

## **SAŽETAK**

Golema važnost u urbanom cestovnom prometu i dalje se pridodaje primjeni fosilnih goriva, iako se smatra kako upravo vozila predstavljaju veliki problem onečišćenja okoliša jer ispuštaju emisije štetnih plinova u atmosferu. Zbog navedene činjenice koja značajno utječe na ljudsko zdravlje sve više se javljaju nova alternativna goriva koja će zasigurno u narednim godinama u potpunosti zamijeniti standardna goriva. Prednost korištenja alternativnih oblika energije potaknula je Europsku uniju da uvede niz akcijskih mjera i poticaja kojima će se do 2050. godine nastojati u potpunosti konvencionalna goriva zamijeniti za postojeće alternativne.

Ključne riječi: Akcijski planovi i poticaji, alternativna goriva, emisija štetnih plinova, Europska unija

## **SUMMARY**

Great importance in urban traffic transport is still attached to the use of fossil fuels, although it is considered that vehicles are a major problem of environmental pollution because they emit harmful gases into the atmosphere. Due to this fact, which significantly affects human health, new alternative fuels are increasingly appearing, which will certainly completely replace standard fuels in the coming years. The advantage of using alternative forms of energy has prompted the European Union to introduce a series of action measures and incentives that will by 2050, seek to replace fully conventional fuels with existing alternatives.

Keywords: Action plans and incentives, alternative fuels, emission of harmful gases, European union

# SADRŽAJ

SAŽETAK.....	I
SUMMARY .....	I
SADRŽAJ.....	II
1. UVOD.....	1
1.1. PROBLEM, PREDMET I OBJEKTI ISTRAŽIVANJA .....	1
1.2. RADNA HIPOTEZA.....	1
1.3. SVRHA I CILJEVI ISTRAŽIVANJA .....	2
1.4. ZNANSTVENE METODE .....	2
1.5. STRUKTURA RADA .....	2
2. ALTERNATIVNA GORIVA .....	4
2.1. ELEKTRIČNA ENERGIJA .....	5
2.2. PRIRODNI PLIN.....	6
2.2.1. Ukapljeni prirodni plin.....	7
2.2.2. Ukapljeni stlačeni plin.....	10
2.3. UKAPLJENI NAFTNI PLIN .....	11
2.4. VODIK.....	12
2.5. BIOGORIVO .....	14
2.6. KRITERIJI ZA POTENCIJALNU PRIMJENU ALTERNATIVNIH GORIVA U URBANOM PROMETU .....	17
3. PRIMJENA ODREĐENIH ALTERNATIVNIH GORIVA S CILJEM NORMALIZACIJE URBANOG PROMETA .....	20
3.1. RAZVOJ ELEKTRIČNIH VOZILA .....	21
3.1.1. Osnovni elementi za pogon električnih automobila.....	28
3.1.2. Prednosti i nedostaci električnih automobila .....	30
3.1.3. Primjena električnih vozila u svijetu.....	34
3.2. RAZVOJ HIBRIDNIH VOZILA NA GLOBALNOJ RAZINI .....	39
3.3. PRIMJENA PRIODNOG PLINA NA GLOBALNOJ RAZINI.....	42
4. ZAKONSKE MJERE ZA SMANJENJE EMISIJE ŠTETNIH PLINOVA .....	46
4.1. MJERE ZA PRIHVAĆANJE ELEKTRIČNIH AUTOMOBILA .....	49

4.2. ZAKONSKA REGULATIVA UPORABE PRIRODNOG PLINA.....	50
4.3. STVARANJE INFRASTRUKTURE ZA PRIMJENU ALTERNATIVNIH GORIVA.....	52
5. PRIMJENA ALTERNATIVNIH GORIVA NA PRIMJERU TOYOTA AUTOMOBILA .....	54
6. ZAKLJUČAK.....	58
LITERATURA.....	59
POPIS SLIKA .....	62
POPIS TABLICA.....	63
POPIS GRAFIKONA.....	64

# **1. UVOD**

Jedan od glavnih čimbenika u procesu onečišćenja okoliša u svakodnevnom životu je cestovni prijevoz odnosno emisija štetnih utjecaja ispušnih plinova kod vozila, stoga alternativna goriva u Republici Hrvatskoj, ali i u svijetu dobivaju na važnosti posljednjih nekoliko godina. Prema svim postojećim spoznajama u budućnosti bi trebalo doći do nestašice fosilnih goriva, te se shodno tome treba što prije okrenuti uporabi mogućih alternativa. Kroz cjelokupni diplomski rad analizirat će se prednosti i nedostaci primjene alternativnih goriva kao i usporedba Otto vozila s električnim vozilima, potrebna infrastruktura kojom bi se povećala njihova prisutnost u urbanom prometu te način na koji utječe njihova primjena i utjecaj na okoliš uvođenjem mjere pojedinih država.

## **1.1. PROBLEM, PREDMET I OBJEKTI ISTRAŽIVANJA**

Unapređivanjem automobilske industrije koja se događa pred kraj 20. stoljeća, postigao se veliki razvoj cestovnog prijevoza ljudi i dobara. Međutim, sve to je dovelo do štetnih komponenata u ispušnim plinovima kod cestovnih vozila jer oni postaju prepoznatljivi kao najštetniji zagađivač okoliša naročito u urbanim sredinama. Primjenom alternativnih goriva nastoji se smanjiti štetni utjecaj plinova osobnih automobila te se što više orijentirati na proizvodnju „čišćih“ načina prijevoza. Kroz diplomski napraviti će se analiza primjena alternativnih goriva u urbanom prometu s ciljem smanjenja štetnih ispušnih plinova.

## **1.2. RADNA HIPOTEZA**

Tijekom pisanja cijelog diplomskog rada odgovorilo se na važna pitanja koja su vezana s uvođenjem alternativnih goriva u promet jer oni ujedno označavaju ključan preduvjet kako bi se poboljšala kvaliteta ljudskog života. Također, prošlo se i kroz pitanja o cjelokupnoj važnosti alternativnih goriva, njihovoj mogućoj i sve učestalijoj primjeni, razvoju potrebne infrastrukture za njihovu uporabu na nacionalnoj i globalnoj razini, ali i o mogućim nedostacima koje goriva sama po sebi mogu prouzročiti.



### **1.3. SVRHA I CILJEVI ISTRAŽIVANJA**

Svrha proučavanja ovog diplomskog rada su prednosti i nedostaci svih navedenih oblika alternativnih goriva, ali i daljnje potrebe za stalnim razvojem i usavršavanjem nove tehnologije kod vozila, kao i gradnja potrebne infrastrukture bez koje pojedina alternativna goriva ne mogu funkcionirati, a to će se postići kroz akcijski plan i Direktivu 2014/94 EU za uspostavu infrastrukture za alternativna goriva Republike Hrvatske. Cilj istraživanja je kroz sve navedene činjenice pokazati negativan utjecaj prometa na okoliš i ovisnost o uvoz nafte te je potrebno razviti preduvjete za moguću primjenu alternativnih goriva.

### **1.4. ZNANSTVENE METODE**

Tijekom pisanja ovog diplomskog rada upotrebljavane su sljedeće znanstveno istraživačke metode: metoda analize i sinteze, metoda komparacije te metoda dokazivanja i statistička metoda.

### **1.5. STRUKTURA RADA**

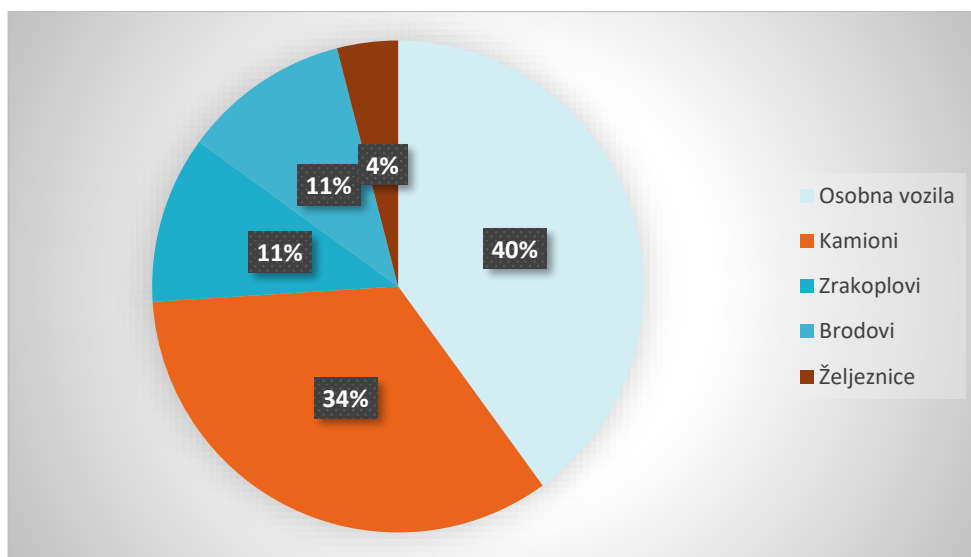
Struktura diplomskog rada sastoji se od šest dijelova koji su funkcionalno povezani i zajednički tvore jednu cjelinu. U prvom dijelu odnosno uvodu definiran je problem, predmet i objekt istraživanja samog rada. Također, argumentiran je cilj i svrha istraživanja, kao i znanstvene metode koje su se upotrebljavale prilikom pisanja samog diplomskog rada. U drugom poglavlju navedena su i detaljno objašnjena sva alternativna goriva koja se danas mogu upotrebljavati i urbanom prometu. Istovremeno u nastavku drugog dijela razmatrani su kriteriji za potencijalnu primjenu alternativnih goriva u prometu. Primjena određenih alternativnih goriva s ciljem normalizacije urbanog prometa naslov je trećeg dijela. Kroz treće poglavlje čitatelje će se više upoznati s primjenom električne energije i prirodnog plina kod električnih i hibridnih vozila u Republici Hrvatskoj i svijetu. Nadalje, u četvrtom dijelu analizirane su zakonske mjere za smanjenje emisija štetnih plinova. Unutar toga poglavlja predstavljene su mjere potrebne za uvođenje alternativnih goriva i mjere za prihvaćanje

električnih goriva te je opisano kako stvoriti potrebnu infrastrukturu koja bi omogućila lakšu primjenu alternativnih goriva u cestovnom prometu. Primjena alternativnih goriva te prednosti i nedostaci na primjeru Toyota automobila prikazani su u petom poglavlju, dok se u posljednjem dijelu tj. zaključku objašnjavaju buduća očekivanja primjene mogućih alternativa i mogućnost provedbe alternativnih goriva u postojeću infrastrukturu i automobilsku industriju.

## 2. ALTERNATIVNA GORIVA

Razvijanje cestovnog sustava, glavnog sustava koji u pogledu konkurentnosti ispunjava potrebe stanovništva, ali ipak s druge strane i osnovno je sredstvo gospodarskog razvoja koje se u današnje vrijeme suočava s mnogim negativnim izazovima. Alternativna goriva u pogledu Direktive opisuju se kao goriva odnosno izvori energije koji se koriste u cijelosti ili barem djelomično kako bi uspješno zamijenili izvore fosilnih goriva u opsluživanju prometa energijom. Također, alternativna goriva imaju značajnu mogućnost poboljšanja okolišne učinkovitosti prometnog sektora, a u njih se ubrajaju:

- Električna energija,
- Prirodni plin (ukapljeni plin – UPP i stlačeni plin – SPP),
- Ukapljeni naftni plin (UNP),
- Vodik,
- Biogorivo i
- Sintetička i parafinska goriva.



**Grafikon 1. Emisija CO2 prema sektorima transporta**

Izvor: izradila autorica prema podacima: <https://www.iea.org/data-and-statistics> (07.05.2021.)

Na temelju prikazanog Grafikona 1. može se zaključiti kako najnegativniji utjecaj na okoliš i ljudsko zdravlje imaju upravo cestovna vozila i to s čak 40 %, zatim slijede kamioni s 34 %, zrakoplovi i brodovi s 11 % i na kraju željeznice sa svega 4 % negativnog utjecaja. Stoga, primjenom alternativnih goriva u prometnom sektoru predviđaju se mnoga pozitivna poboljšanja među kojima su smanjenje emisije štetnog utjecaja ugljikovog dioksida i ostalih štetnih plinova, značajno povećanje prekograničnog prometa građana, stvaranje i otvaranje novih radnih mjesta u proizvodnji i ugrađivanju infrastrukture za alternativna goriva u cijeloj Republici Hrvatskoj ali i na području EU te održavanje spomenute infrastrukture i povećanje razvoja i konkurentnosti cjelokupnog europskog gospodarstva.

## **2.1. ELEKTRIČNA ENERGIJA**

Uporaba električne energije kao i sva ostala alternativna goriva ima svoje pozitivne i negativne strane. Kada se gleda pogodnost korištenja električne energije u prometu tada se posebno ističe korištenje energije u urbanim sredinama jer se uporabom električnih vozila ne aktivira emisija štetnih tvari u okoliš kao ni zagađenje bukom. Nadalje, veća efikasnost elektromotora u pretvaranju pohranjene energije u energiju potrebnu za obavljanje vožnje te sposobnost vraćanja preostale neiskorištene energije natrag u energetske sustav još je jedan od prednosti korištenja e-vozila. Električna vozila upotrebljavaju električne motore i baterije na svog pogon. S druge strane, negativni čimbenici su značajno veća cijena električnih vozila u usporedbi sa standardnim e-vozilima i plug-in hibridima, duži vremenski period koji je potreban za punjenje vozila, zatim nedostatak izgrađenosti infrastrukture koji je neophodan za veću uporabu električnih vozila te mali kapacitet postojećih e-vozila s kojima raspolaže domaće tržište.

Usprkos negativnim činjenicama, automobili s električnim napajanjem prezentiraju se kao ključni element kojim se stvaraju održivi sustavi mobilnosti i pokušavaju se promijeniti dugotrajne ovisnosti Europe o motoru s unutranjim izgaranjem i sirovoj nafti. Povećanjem prihvaćenosti e-vozila, naročito onih koji se napajaju iz obnovljivih izvora energije, stvara se važna uloga u ispunjenju cilja EU da se do 2050. godine znatno smanji emisija stakleničkih plinova i to za čak 80-95% te da se u budućnosti proizvodi niska razina ugljika.<sup>1</sup> Najučestaliji način za pokretanje dizelskih motora je Sunčeva energija koja se prikuplja

---

<sup>1</sup> Europska agencija za okoliš: Oblikovanje energije budućnosti u Europi: čista, pametna i obnovljiva, 2017. godina, dostupno na: <https://www.eea.europa.eu/hr/signals/eea-signali-2017-oblikovanje-buducnosti/clanci/voznja-prema-elektricioj-buducnosti> (07.05.2021.)

pomoću solarnih panela i tako se energija Sunca direktno oblikuje u električnu energiju. Upotreba obnovljive energije naglo se povećala od 2005. godine i taj se rast može pripisati politikama potpore obnovljivim izvorima energije na nacionalnoj razini ali i na razini EU. Obnovljivi izvori energije u 2015. godini činili su 77% novih proizvodnih kapaciteta u EU.<sup>2</sup> Iako su u cestovnom prometu u proteklih nekoliko godina postignuta znatna poboljšanja u području energetske učinkovitosti ipak se ne može reći da je električna energija 100% adekvatna jer su izvori navedene energije termoelektrane i nuklearne elektrane koje realno gledani ugrožavaju životnu sredinu čovjeka.

## 2.2. PRIRODNI PLIN

Prirodni plin ili zemni plin smjesa je različitih ugljikovodika od kojih je najzastupljeniji metan i to čak 90%. U manjim količinama zastupljeni su etan, propan, butan te ugljični dioksid i dušik. Funkcionalnost prirodnog plina definira se povoljnom cijenom i značajno manjim emisijama štetnih čestica od standardnih klasičnih naftnih goriva te je njegova upotreba raznovrsna. Prirodni plin se koristi u kućanstvu, industriji, ali se sve više upotrebljava i kao alternativno gorivo za pogon motornih vozila jer se smatra ekološki najprihvatljivijim gorivom. Nadalje, prednost prirodnog plina je u činjenici da motori koji se kreću pomoću prirodnog plina ispuštaju upola manje štetnih plinova od uobičajenih dizelskih motora. Osim toga, prednosti su i u činjenici što ne postoje krute čestice u ispušnoj cijevi, cijena prirodnog plina u odnosu na dizel i benzin je neusporedivo niža, a stvaranje buke je znatno manje. Stoga, vozila pogonjena prirodnim plinom imaju bolju iskoristivost. Prirodni plin kao fosilno gorivo ima velike rezerve te se procjenjuje da će zaliha biti još otprilike sto godina uz pretpostavku da će se nastaviti iskorištavati kao i do danas i upravo u tome se izražava njegova najznačajnija uloga. Najveći nedostatak očituje se u udjelu metana u prirodnom plinu koji se razlikuje od države do države. Najveći izvor prirodnog plina u Republici Hrvatskoj nalazi se u Molvama gdje se proizvodi čak 70% plina.<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> Europska agencija za okoliš: Oblikovanje energije budućnosti u Europi: čista, pametna i obnovljiva, 2017. godina, dostupno na: <https://www.eea.europa.eu/hr/signals/eea-signali-2017-oblikovanje-buducnosti/clanci/energija-u-europi-2013-stanje-stvari> (07.05.2021.)

<sup>3</sup> [https://hr.wikipedia.org/wiki/Prirodni\\_plin](https://hr.wikipedia.org/wiki/Prirodni_plin) (08.05.2021.)

Uporabom prirodnog plina u urbanom cestovnom prometu posljednjih nekoliko godina događa se značajan pozitivan rast. Skladištenje prirodnog plina ima tri načina:<sup>4</sup>

- Adsorbirani (apsorbira se pod tlakom od 7 do 10 bara),
- Stlačeni (pod tlakom od 200 do 250 bara) i
- Ukapljeni (skladišten u tekućem stanju).

### **2.2.1. Ukapljeni prirodni plin**

Ukapljeni prirodni plin (eng.. Ukapljeni prirodni plin vrlo je specifičan kada govorimo o prijevozu Liquefied Natural Gas – LNG) pročišćeni je prirodni plin koji se posebnim postupcima hlađenja na vrlo niskim temperaturama prevodi iz plinovitog u tekuće agregatno stanje. Ukapljeni prirodni plin je plin bez mirisa, boje, netoksičan je i nekorodira, a bitne karakteristike su mu zapaljivost i eksplozivnost. Ukapljivanje plina se provodi zbog lakšeg prijevoza na udaljena odredišta te se ono provodi u specijaliziranim LNG terminalima. Postupkom ukapljivanja uklanjaju se pojedine komponente, a neke od njih su otrovni plinovi, helij, voda, prašina i teški ugljikovodici jer oni izazivaju probleme u daljnjem korištenju. Prirodni plin se procesom ukapljivanja sažima u tekućinu jer je hlađen na otprilike -162 °C, međutim radi komercijalnije uporabe ukapljeni plin se na odgovarajućim LNG terminalima opet vraća u plinovito stanje i dalje transportira plinovodima do krajnjih potrošačana velike udaljenosti gdje ne postoje cjevovodi za transport. Stoga, kada prijevoz cjevovodima nije moguć ili je ne ekonomičan, tada se prijevoz može obaviti posebno dizajniranim LNG brodovima tj. LNG tankerima ili odgovarajućim cisternama.

---

<sup>4</sup> Filipović, I., Pikula, B., Bibić, Dž., Trobradović, M.: Primjena alternativnih goriva u cilju smanjenja emisije zagađivača kod cestovnih vozila, goriva i maziva, 44, 4 : 241 – 262, 2005., str. 249



**Slika 1. Prikaz LNG tankera za prijevoz LNG-a**

Izvor: <http://kraljica-mora.net/wp-content/uploads/2016/03/lng-java.png> (09.05.2021.)



**Slika 2. Prikaz cisterne za prijevoz LNG-a**

Izvor: <https://5.imimg.com/data5/UA/ZW/HB/SELLER-1966920/lng-semi-trailers-500x500.jpg> (09.05.2021)

Slika 1. prikazuje tankera koji se koriste za prijevoz LNG-a, tankeri mogu biti dugi i preko 300 metara, a minimalna dubina vode mora biti 12 metara kada je brod u potpunosti nakrcan. Isto tako tankeri su dizajnirani s dvostrukom oplatom i da mogu izdržati niske temperature LNG-a. S druge strane, slika 2. prikazuje cisternu koja se u cestovnom prometu koristi kako bi se ukapljeni prirodni plin transportirao od točke A do točke B tj. do konačnog odredišta.

Republika Hrvatska ima veliki potencijal za eksploataciju ukapljenog prirodnog plina jer je zemlja s najvećom proizvodnjom u ovom dijelu Europe te zbog toga ne bi smjela dopustiti da izgradnja potrebne infrastrukture za UPP toliko izostane. Također, u RH je donesen Zakon o uspostavi infrastrukture za alternativna goriva (NN 120/16) i njime su utvrđeni minimalni zahtjevi za uspostavu infrastrukture za alternativna goriva. Potaknuti time u Hrvatskoj je prije nešto više od godinu dana otvorena prva punionica za ukapljeni prirodni plin, nedaleko od Rijeke točnije na Kukuljanovu, čime je ostvaren još jedan važan preduvjet za uspostavu potrebne infrastrukture.





**Slika 3. Prikaz prve Hrvatske punionice za ukapljeni prirodni plin nedaleko od Rijeke**

Izvor: [https://tunera.info/wp-content/uploads/2019/12/DSC\\_5118.jpg](https://tunera.info/wp-content/uploads/2019/12/DSC_5118.jpg) (15.5.2021.)

Slika 3. prikazuje punionicu kojom je ostvaren važan preduvjet za povećanje obnovljivih izvora energije u sektoru prometa. Punionica ima veliki ekološki, ekonomski i gospodarski značaj jer pridonosi kvalitetnijem korištenju ukapljenog prirodnog plina u teretnom prometu te poboljšanju okolišne efikasnosti prometnog sektora.

### **2.2.2. Ukapljeni stlačeni plin**

Stlačeni prirodni plin (SPP ili eng. CNG – compressed natural gas) zapravo je prirodni plin u plinovitom stanju koji je stlačen pomoću tlaka od 220 bara na temperaturi od 15°C te se upotrebljava kao alternativno gorivo za pogon motornih vozila. SPP je buduća alternativa ukapljenom prirodnom plinu, a glavna razlika je u tome da se SPP nalazi u plinovitom agregatnom stanju dok se UPP nalazi i transportira u tekućem agregatnom stanju.

Najvažnija prednost stlačenog prirodnog plina je pozitivan kompromis koje to gorivo nudi između dostupnosti energetske izvora, ekoloških karakteristika i tehnološkog razvoja. Također, njegove prednosti su i niži troškovi održavanja vozila, značajne uštede u cijeni goriva u usporedbi s dizelskim gorivom i benzinom. Stlačeni prirodni plin zbog svog jednostavnog kemijskog sastava i manjom emisijom štetnih ispušnih plinova daleko je ekološki najprihvatljiviji za uporabu i omogućava znatno čišće izgaranje.

Kada bi usporedili stlačeni prirodni plin s dizelskim gorivom uočila bi se znatna smanjenja štetnih ispušnih plinova, a najviše ugljikovog dioksida te se stoga može reći da je stlačeni prirodni plin jedan od „najčišćih“ fosilnih goriva.

Najvažnije karakteristike SPP su:

- sastavnice u vozilu ostaju čišće zbog boljeg sagorjevanja plina,
- manji trošak pri redovnom servisu vozila zbog rijedeg otkazivanja dijelova,
- duži vijek trajanja motora,
- poticaj od strane države za ugradnjom i korištenjem plina i
- bolja učinkovitost od ostalih klasičnih goriva.

### 2.3. UKAPLJENI NAFTNI PLIN

Ukapljeni naftni plin (UNP odnosno eng. LPG – Liquefied Petroleum Gas) smjesa je ukapljenih ugljikovodika koji se dobiva rafiniranjem sirove nafte u rafinerijama ili izdvajanjem iz prirodnog zemnog plina. UNP je plin bez boje, mirisa i okusa i neophodno mu je dodati miris kako bi se plin mogao osjetiti. Plin se uglavnom sastoji od zasićenih nižih ugljikovodika butana i propana te nešto nižom koncentracijom ostalih ugljikovodika. S obzirom na to da je ukapljeni naftni plin bez boje i mirisa, te se uslijed propuštanja stvara velika opasnost, plinu se dodaju posebni dodaci koji mu daju miris i samim tim olakšavaju otkrivanje propuštanja. Upravo to propuštanje može dovesti do nesreće ili eksplozije u kućanstvu uslijed istjecanja plina koje mogu dovesti do požara objekta ili gušenja. UNP se nalazi u dva agregatna stanja, u tekućem i plinovitom. Sastojci u plinu se pri standardnim uvjetima nalaze u plinovitom stanju, a pri tlaku od 1,7 bara tvari se prebacuju u tekuće stanje i tada se volumen plina smanjuje za čak 270 puta.<sup>5</sup> Ukapljeni naftni plin ima vrlo niski

---

<sup>5</sup> <https://www.ina.hr/veleprodaja/proizvodi/ukapljeni-naftni-plin/> (17.05.2021.)

stupanj onečišćenja čovjekove okoline naspram drugih goriva i to ga predstavlja poželjnim energentom.

Ostale prednosti UNP su:

- laka i ekonomična proizvodnja,
- visoki stupanja iskorištenja goriva (u nekim pogonima i do 95%),
- ekološki čist plin (izgaranje bez dima i čađe),
- mali udio štetnih sastojaka (npr. sumpora),
- sigurno rukovanje plinskim sustavima te lako održavanje,
- mogućnost uporabe s drugim gorivima (benzin, dizel itd.) i
- velika opskrbljenost drugih objekata (primjerice za kuhanje i grijanje).

Zbog navedenih prednosti ukapljeni naftni plin se sve više upotrebljava i koristi kao jedno od najkvalitetnijih goriva danas. Infrastruktura je također razvijenija u odnosu na druga alternativna goriva zbog niskih početnih ulaganja u samu izgradnju mreže za korištenje autoplina. Diljem svijeta se prekomjerno iskorištava u industriji, kućanstvu ali i u automobilskoj industriji kao jedno od vodećih alternativnih goriva. Ukapljeni naftni plin je najrašireniji u autoindustriji i zbog toga se naziva još i autoplin. Gledajući globalno, danas u svijetu postoji oko 9 milijuna automobila koja koriste LPG za pogon i time se potroši tek oko 8% ukupne potrošnje, stoga vozila pogonjena na autoplin dobivaju sve veće potpore od raznih svjetskih vlada.

## **2.4. VODIK**

Vodik je pri standardnom tlaku i temperaturi plin bez boje, okusa i mirisa te je neotrovan. Također, vodik je lagan, potpuno čist, neograničeni pristupačan i najzastupljeniji element u svijetu. Stoga, ideja vodikove ekonomije je promijeniti svjetsku ekonomiju koja je ovisna o nafti i uspostaviti novu koja će se temeljiti na uporabi vodika. Najznačajnija karakteristika vodikove ekonomije je ekološki prihvatljiva proizvodnja vodika u golemim količinama koja će se koristiti u transportu i energetici. Vodik da bi postao konkurentno gorivo u transportu ili da bi se koristio za proizvodnju električne energije mora se razviti ekološki prihvatljiv način uskladištenja vodika, ali i razviti razne metode tehnologije od mjesta proizvodnje do mjesta potrošnje. Spremnici automobila za uskladištenje vodika

moraju biti konkurentna sa spremnicima standardnih goriva, kako po veličini tako i po težini ali istodobno moraju imati veliku energetska iskoristivost, pouzdanost i opciju ponovnog punjenja spremnika. U svijetu danas postoje razne metode uskladištenja vodika koje obuhvaćaju visokotlačne spremnike plinovitog vodika i niskotlačne spremnike plinovitog vodika. Navedena tehnologija za uskladištenja vodika već je implementirana za korištenje. Postoje i drugi načini uskladištenja vodika, a to je pretvaranje vodika u krutu tvar, ali je ova metoda još uvijek u razvoju. Promatrajući transport, vodik bi mogao zamijeniti današnja standardna goriva koja služe za pogon svih vrsta vozila, bilo u cestovnom, pomorskom, zračnom ili nekom drugom obliku transporta. Područje prijevoza danas se smatra najvećim zagađivačem okoliša, ali proizvodnjom gorivih ćelija s vodikom stvaraju se manje količine štetnih emisija i distribucijom čiste električne energije koju nudi, vodik se nameće kao najisplativije alternativno gorivo. No, pritom se javlja glavni problem pri implementaciji vodika, a to su visoke cijene gorivih ćelija i skupa tehnologija za proizvodnju i uskladištenje. Ipak, rješenje se vidi u uvođenju nula-emisijske tehnologije tj. vozila, osobito u javnom transportu, a koja bi za pogon koristila vodik kao gorivo dobiveno iz obnovljivih izvora energije.

Konkretni ciljevi prilikom uvođenja nula-emisijske tehnologije koji bi se trebali ostvariti do 2030. godine su:<sup>6</sup>

- na europskim cestama bit će u pogonu najmanje 30 milijuna vozila s nula emisija,
- 100 europskih gradova bit će klimatski neutralno,
- brži željeznički promet udvostručit će se na području cijele Europe,
- predviđena individualna putovanja manja od 500 km trebala bi biti ugljično neutralna,
- automatizirana mobilnost bit će raspoređena u velikim okvirima,
- pomorska plovila s nula emisija bit će spremna za tržište.

Vodik iz obnovljivih izvora gorivo je vozila budućnosti ali je potrebno i dalje istraživati i razvijati odgovarajuće tehnologije kako bi vodikove gorive ćelije u potpunosti mogle zamijeniti sadašnja klasična goriva.

---

<sup>6</sup> Informacija: Strategija održive i pametne mobilnosti; dostupno na: <https://mmpi.gov.hr/informacija-strategija-odrzive-i-pametne-mobilnosti/22500> (29.05.2021.)

## 2.5. BIOGORIVO

Biogoriva se definiraju kao obnovljivi izvori energije i najčešće se dobivaju preradom biomase ali se mogu neposredno proizvoditi i iz biljaka ili posredno iz industrijskog, poljoprivrednog ili domaćeg otpada. Razlikuju se tri osnovne metode proizvodnje biogoriva, a to su:

- paljivanje suhog organskog otpada (kućanskog ili poljoprivrednog otpada, drva, slame itd.),
- fermentacija mokrog otpada, bez uključenosti kisika kako bi se biogorivo proizvelo s čak 60% metana, i
- fermentacija šećerne trske ili kukuruza za proizvodnju alkohola i estera.

Međutim, najpoznatija metoda je metoda fermentacije čiji su produkti alkohol i esteri najučinkovitije vrste biogoriva.<sup>7</sup>

Danas postoje različite vrste biogoriva koje ovise o izvoru materijala za proizvodnju ali isto tako ovise i o tehnologiji proizvodnje, cijeni implementacije i štetnom utjecaju CO<sub>2</sub>. Općenito ih možemo podijeliti u tri generacije:

- Prva generacija – nastaje iz različitih biljnih i životinjskih tvari, a najpoznatije vrste biogoriva prve generacije su etanol, biodizel i bioplin,
- Druga generacija – dobiva se preradom poljoprivrednog i šumskog otpada te bi biogoriva ove generacije mogla pozitivno utjecati na smanjenje štetnog utjecaja CO<sub>2</sub>,
- Treća generacija – su biogoriva proizvedena iz algi, a najveća prednost biogoriva ove generacije je i njegovoj biorazgradivosti tako da je gotovo neopasno za okoliš ako dođe do izlivanja.

Biogoriva, kao alternativni izvori energije od velikog su interesa za cjelokupno gospodarstvo jer mogu zamijeniti fosilna goriva u svakodnevnom prijevozu koja pritom ispuštaju značajan obujam stakleničnih plinova. Nadalje, prednost biogoriva je u tome što zamjenjuju dio potrošnje fosilnih goriva te smanjuju njegov štetni utjecaj koji nastaje izgaranjem u atmosferu. Ostale prednosti očituju se u učinkovitom proizvodnom procesu stvaranja biogoriva koji manje zagađuje okoliš, štetne emisije ugljikova dioksida i sumpora

---

<sup>7</sup> <https://eko.zagreb.hr/biogoriva/92> (16.06.2021.)

su znatno niže, velike količine smeća koje se danas gomilaju u urbanim gradovima s proizvodnjom biogoriva se smanjuju jer se dosta toga može iskoristiti kako bi se dobilo učinkovito alternativno gorivo, isto tako biogorivo je izvor koji je dosta manje ograničen od standardnih fosilnih goriva te postoji veća razina sigurnosti rukovanja i skladištenja u odnosu na fosilna goriva.

Kao i ostala alternativna goriva, biogoriva također imaju svojih nedostataka. Za proizvodnju biogoriva biljnog podrijetla u usjevima se koriste dušična gnojiva koja s jedne strane pridonose povećanju emisije dušikovih oksida, a s druge strane uzrokuju onečišćenje podzemnih voda nitritima i nitratima. Također, biogoriva imaju manje energije od klasičnih fosilnih goriva mjereno u jednakim količinama, pa je neophodno iskorištavati znatno više sirovina kako bi se ta energija uskladila. Samo iskorištavanje puno veće količine sirovina dovodi do gubitka velikih šumskih površina i to se navodi kao jedan od glavnih problema u proizvodnji obnovljivog biogoriva.

Biomasa je temelj proizvodnje biogoriva i od svih navedenih obnovljivih izvora energije, najveći se napredak očekuje od same biomase. Stoga, biomasa služi za proizvodnju obnovljivih izvora energije kao što su biodizel, bioplín, etanol. Upotrebljavanjem biomase u energetske svrhe snižava se emisija štetnih tvari i postiže se veća zaštita tla i voda te se povećava bioraznolikost. Promatrajući biomasu s aspekta alternativnog goriva, zaključujemo da je štetni utjecaj na okoliš vrlo mali ili pak ne sadrži štetne tvari, naprimjer sumpor, a biodizel je jedan od rijetkih alternativnih goriva koji ne ispušta sumpor u atmosferu.



**Slika 4. Shematski prikaz cirkuliranja CO<sub>2</sub> kod uporabe biogoriva**

Izvor: [https://encryptedtbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSbOJM009Xz9VaW4YcLuwoHutOtc\\_h5XTk2GYGtz bqAJPMxIFWPLtqw7ZO6wx-fTpl53pws&usqp=CAU](https://encryptedtbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSbOJM009Xz9VaW4YcLuwoHutOtc_h5XTk2GYGtz bqAJPMxIFWPLtqw7ZO6wx-fTpl53pws&usqp=CAU) (18.06.2021.)

Shematski prikaz na slici 4. prikazuje cirkuliranje ugljikovog dioksida koji najbolje pokazuje koliko je zapravo biodizel ekološki prihvatljiv i obnovljiv izvor energije jer se atmosfera ne zagađuje dodatnim ugljikovim dioksidom.

Paralelno s fosilnim dizelom, biodizel je pogodno alternativno gorivo jer je biorazgradivo i obnovljivo i u smjesi s uobičajenim dizelom ne zahtijeva nikakvo mijenjanje dizelskog motora.

## 2.6. KRITERIJI ZA POTENCIJALNU PRIMJENU ALTERNATIVNIH GORIVA U URBANOM PROMETU

Implementacija alternativnih goriva u cestovna vozila predstavlja jednu moguću alternativu koja bi dovela do smanjenja emisije štetnih ispušnih plinova iz motornih vozila. Alternativna goriva proizvode znatno manju količinu CO<sub>2</sub> od klasičnih goriva zbog manjeg sadržaja atoma ugljika. Međutim, iako je uporaba alternativnih goriva usmjerena prema smanjenju ovisnosti o standardnim pogonskim gorivima njihovom uporabom ne može se postići tzv. „nulta“ emisija štetnih ispušnih plinova i to zbog utjecaja kemijske strukture ugljikovodičnog goriva. Kako bi se potencijalno alternativno gorivo primijenilo za uspješan pogon motornih vozila moraju se zadovoljiti pojedini kriteriji.

Osnovni kriteriji važni za ocjenjivanje potencijalnih alternativnih goriva su sljedeći:

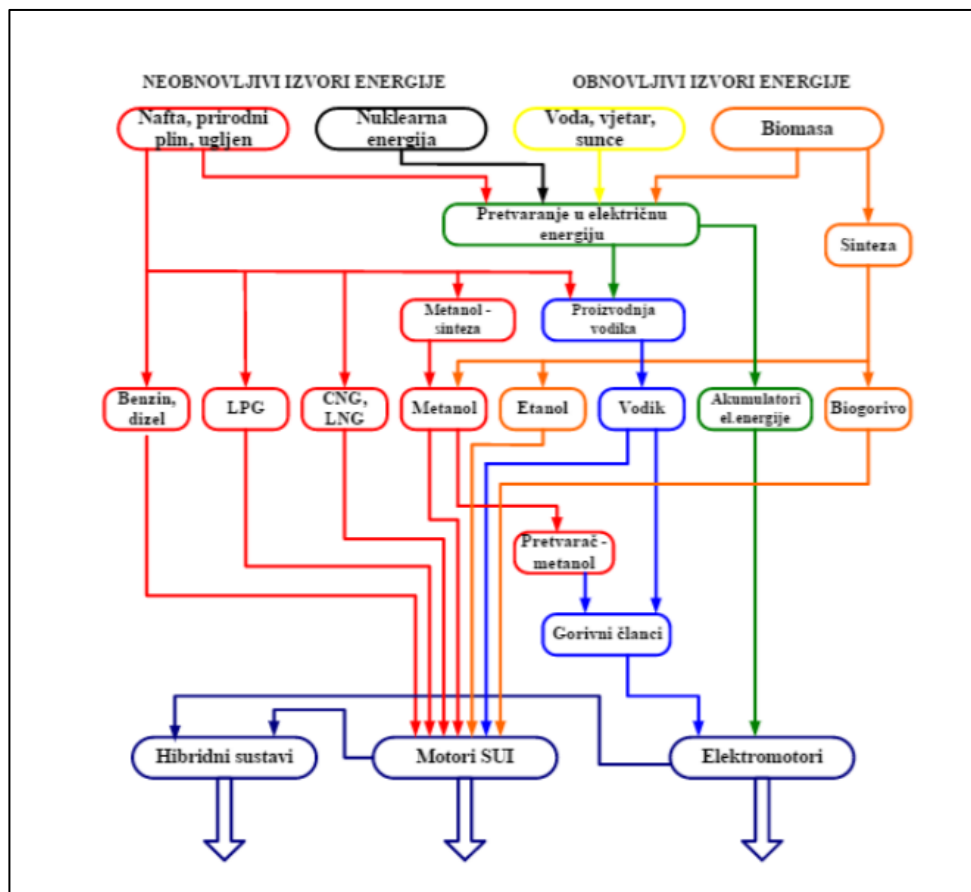
- mogućnost masovne proizvodnje,
- utjecaj na okoliš,
- specifičnost pripreme smjese,
- ekonomski uvjeti tj. konkurentnost cijene i
- stupanj opasnosti pri manipulaciji.<sup>8</sup>

Mogućnost masovne uporabe alternativnih goriva za pogon motornih vozila označava jedan od mogućih načina kojim bi se dovelo do smanjenja opasnih emisija ispušnih plinova iz vozila. Nadalje, rezerve nafte u svijetu danas su ograničene, a uporabom alternativnih goriva smanjila bi se ovisnost o konvencionalnim pogonskim gorivima. Stoga, izvore energije koji se koriste u strukturi cestovnih vozila moguće je podijeliti na obnovljive i neobnovljive.

---

<sup>8</sup> Fakultet prometnih znanosti, Ekologija u prometu, Alternativna goriva, dostupno na: [https://www.weboteka.net/fpz/Ekologija%20u%20prometu/e-student/02-Alternativna\\_goriva.pdf](https://www.weboteka.net/fpz/Ekologija%20u%20prometu/e-student/02-Alternativna_goriva.pdf) (18.06.2021.)





**Slika 5. Prikaz izvora energije za pogon cestovnih vozila**

Izvor: Filipović, I., Pikula, B., Bibić, Dž., Trobradović, M.: Primjena alternativnih goriva u cilju smanjenja emisije zagađivača kod cestovnih vozila, goriva i maziva, 44, 4 : 241 – 262, 2005., str. 248 (20.06.2021.)

Slika 5. prikazuje motor s unutarnjim izgaranjem (SUI) u mehanizmu transformacije energije te on predstavlja neizostavnu kariku u prikazanoj pretvorbi, budući da on svoje pozitivne karakteristike uz odgovarajuću nadogradnju zadržava bez obzira koje se alternativno gorivo koristi.

Alternativna goriva za pogon motora s unutarnjim izgaranjem obuhvaćaju sva goriva, osim dizelskih goriva i benzina te navedene alternative mogu učinkovito izgarati u motoru s unutarnjim izgaranjem i opet imaju veliku vjerojatnost masovne proizvodnje. Ta goriva obuhvaćaju prirodni plin, ukapljeni naftni plin, metanol, etanol, vodik i biogorivo.

Određeni kriteriji bitni za ocjenjivanje uporabljivosti alternativnih goriva za pogon motora SUI su:

- emisija ispušnih plinova,
- cijena alternativnog goriva,
- potrošnja goriva,
- performance vozila s pogonom na alternativna goriva,
- nalazišta, način dobivanja i rezerve alternativnih goriva,
- troškovi proizvodnje vozila,
- načini i mogućnosti uskladištenja goriva na vozilu,
- mogućnost punjenja goriva i potrebna infrastruktura i
- opća sigurnost vozila.<sup>9</sup>

Promatrajući motor s unutarnjim izgaranjem kao individualnu cjelinu smanjenje emisije štetnih ispušnih plinova u cestovnim vozilima može se postići na sljedeća tri načina: povećanjem kvalitete već upotrebljivanih goriva, unapređenjem radnih procesa na motoru i dodatnim tretmanom ispušnih plinova. Uporabom suvremenih pozitivnih rješenja i naprednih regulacijskih elektronskih sustava poboljšavaju se procesi u motoru, prvenstveno isporuka goriva i proces izgaranja i tako se ostvaruju povoljnije karakteristike ispušnih plinova.

---

<sup>9</sup> Filipović, I., Pikula, B., Bibić, Dž., Trobradović, M.: Primjena alternativnih goriva u cilju smanjenja emisije zagađivača kod cestovnih vozila, goriva i maziva, 44, 4 : 241 – 262, 2005., str. 247

### 3. PRIMJENA ODREĐENIH ALTERNATIVNIH GORIVA S CILJEM NORMALIZACIJE URBANOG PROMETA

U vrijeme velikog razvoja industrijskog društva gdje su se najviše razvijale tehnologije i tehnike također započinje i masovna eksploatacija prirodnih resursa, a takav nagli razvoj industrije ima za posljedicu uništavanje međusobnog odnosa između čovjeka i okoliša. Razne ljudske aktivnosti baziraju se na izgaranju fosilnih goriva te se time sve više povećavala koncentracija atmosferskog ugljikovog dioksida u okolišu. Također, ogromni razvoj automobilske industrije u 20. stoljeću ujedno dovodi do golemog razvoja prometnog sektora koji ponajviše služi za prijevoz ljudi i dobara. Cestovna vozila ispuštaju štetne elemente iz ispušnih plinova i tako postaju prepoznatljivi kao najveći zagađivači okoliša i zbog toga se javlja potreba za uporabom određenih alternativnih goriva.

**Tablica 1. Emisija zagađivača okoliša sa štetnim ispušnim plinovima cestovnih vozila u urbanoj sredini izražena u tonama**

<b>Emisija zagađivača</b>	<b>Osobna vozila</b>	<b>Teretna vozila</b>	<b>Autobusi</b>	<b>Ostala vozila</b>	<b>Ukupno</b>
<b>CO<sub>2</sub> / t</b>	276.193	61.924	9.878	6.072	354.067
<b>CH<sub>4</sub> / t</b>	1.635	146	8	4	1.793
<b>CO / t</b>	13.636	229	21	24	13.910
<b>NO<sub>x</sub> / t</b>	1.148	716	84	44	1.992
<b>Čestice / t</b>	164	54	3	5	226

Izvor: izradila autorica prema podacima:

[https://www.researchgate.net/publication/27192155\\_PRIMJENA\\_ALTERNATIVNIH\\_GORIVA\\_U\\_CILJU\\_SMANJENJA\\_EMISIJE\\_ZAGADIVACA\\_KOD\\_CESTOVNIH\\_VOZILA](https://www.researchgate.net/publication/27192155_PRIMJENA_ALTERNATIVNIH_GORIVA_U_CILJU_SMANJENJA_EMISIJE_ZAGADIVACA_KOD_CESTOVNIH_VOZILA) (24.06.2021.)

Iz prikazane tablice 1. utvrđuje se da osobna vozila imaju daleko najveći utjecaj emisije štetnih ispušnih plinova u urbanim sredinama, a najviše posjeduju štetni ugljikov

dioksid. Zbog toga cestovna vozila moraju zadovoljiti sve veće zahtjeve koji se prema njima postavljaju za smanjenje štetnih utjecaja CO<sub>2</sub>, C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, NO<sub>x</sub> i drugih čestica kako urbane sredine ne bi bile previše zagađene i kako bi se povećala kvaliteta ljudskog života.

### 3.1. RAZVOJ ELEKTRIČNIH VOZILA

Pozitivne strane korištenja električne energije u prometu zasigurno najviše dolaze do izražaja u urbanom prometu jer vozila koja prvenstveno koriste električnu energiju kao gorivo, ne zagađuju okoliš štetnim tvarima niti ne stvaraju nepotrebnu buku. Uporaba električne energije zastupljena je diljem svijeta i u ovom trenutku je najkorištenija alternativa. Kontinuirani rast cijene naftnih derivata, energetska kriza, jačanje tehnologije te želja da se očuva kvaliteta okoliša pridonijeli su proizvodnji e-vozila. Električni automobil je vozilo koje se pokreće pomoću elektromotora i pritom koristi električnu energiju generiranu u akumulatoru ili nekom drugom uređaju koji služi za pohranu energije.



**Slika 6. Prvi električni automobil**

Izvor: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/8c/1888\\_Flocken\\_Elektrowagen.jpg/220px-1888\\_Flocken\\_Elektrowagen.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/8c/1888_Flocken_Elektrowagen.jpg/220px-1888_Flocken_Elektrowagen.jpg) (25.06.2021.)

Električni automobil prikazan na gornjoj slici, prvi puta proizveden 1897. godine, bio je kočija i koristio se u taksi svrhe na području New Yorka. U to doba na standardnim automobilima bilo je dosta teško promijeniti brzinu te se jako osjećala buka, vibracija i drugi štetni mirisi te je sve to doprinijelo da električni automobili imaju prednost nad svojom konkurencijom. Određene oscilacije u popularnosti i primjeni električnih automobila u najvećoj mjeri su ovisile o nafti i naftnim derivatima. Stoga, početkom 20. stoljeća dolazi do zaustavljanja proizvodnje električnih vozila jer značajno pada cijena nafte i tada je bilo isplativije voziti standardno vozilo. Ipak, 70-tih godina opet dolazi do naftne krize i time ponovno raste interes za uporabom električnih vozila, a nešto kasnije e-vozila postaju sve korištenija jer počeo javljati strah od iznenadnih mijenjanja cijena goriva te se sve više ističe važnost očuvanja okoliša na svjetskoj razini. Istodobno sve veći naglasak se stavlja na ekološku osviještenost, ali i na to da su rezerve nafte ograničene te se električni automobil sve više predstavlja kao moguće rješenje u prometu.

Dvije tvrtke u Republici Hrvatskoj su zaslužne za proizvodnju električnih automobila. To su tvrtka Rimac automobili i tvrtka DOK-ING d.o.o. Tvrtka DOK-ING, specijalizirana je za proizvodnju robotiziranih sustava i posebne oprema za raznu namjenu. Međutim, prije svega tvrtka je poznata po najolikom konceptnom automobilu sa stražnjim slovima u obliku slova X i vrlo neuobičajenim rasporedom sjedala u kabini.



**Slika 7. Električni automobil Loox - tvrtke DOK-ING**

Izvor: [https://cro-ponuda.eu/wp-content/uploads/products\\_automotive\\_loox.jpg](https://cro-ponuda.eu/wp-content/uploads/products_automotive_loox.jpg) (26.06.2021.)

DOK-INGov Loox, prikazan na slici 7. jedan je od prvih električnih automobila u Hrvatskoj. Njegov razvitak započeo je 2007. godine, a prvi puta je predstavljen javnosti 2010. godine na autosajmu u Ženevi. Predstavljeni automobil bio je inovativno električno vozilo dizajniran tako da izgleda kao luksuzan gradski automobil, ali Loox je istovremeno pružao ogromno zadovoljstvo u vožnji. Zbog svoje karoserije napravljene od aluminija otporan je na sudare, a njegova visoka torzijska krutost osigurava sigurnost i stabilnost.<sup>10</sup> Opskrbljen je potpunim elektroničkim sustavom stabilnosti, potpuno specijaliziranim za aktivnu sigurnost. Nadalje, prednost Loox automobila je ta da ima dvostruki sistem kočenja i tako postiže regenerativno kočenje te se energija utrošena na ubrzavanje vraća nazad u spremnik energije. Baterije u automobilu su vrlo izdržljive, ne mogu se zapaliti i u usporedbi s drugim baterijama dosta se manje griju, a uobičajeno punjenje traje otprilike 11 sati. Unutar automobila prostor je maksimalno iskorišten, a sjedala su postavljena tako da omogućavaju iznimnu udobnost svojim korisnicima. Međutim, iako je Loox sa svojim specifikacijama odgovarao pozitivnim zahtjevima okoliša, masovna proizvodnja se ipak nije realizirala.

Tvrtka Rimac automobili predstavila je 2011. godine u Frankfurtu električni automobil Concept One i tako postala zaslužna da Hrvatska bude prepoznatljiva kao zemlja koja i dalje radi na proizvodnji električnih automobila.

---

<sup>10</sup> D.P., Hrvatski DOK-ING sprema automobile za serijsku proizvodnju, 2017. godina, dostupno na: <https://automobili.hr/novosti/novosti-2/hrvatski-dok-ing-sprema-automobil-za-serijsku-proizvodnju> (27.06.2021.)



**Slika 8. Rimac Concept One automobil**

Izvor: <https://static.silux.si/media/cache/bb/bbcd62a47d4213b60f2113039a424826.jpeg> (27.06.2021.)

Na slici 8. predstavljen je električni automobil Concept One, a njegov posebni dizajn od 1 MW omogućava da on postaje najjači električni super automobil na svijetu. Concept One je automobil od 1088 konjskih snaga, a za njegovo ubrzanje do 100 km/h potrebno je svega 2.8 sekundi. Najveća brzina koju automobil može postići je 305 km/h, a s jednim punjenjem baterije može prelaziti i 600 km. Karoserija automobila u potpunosti je izgrađena od karbonskih vlakana. Concept One ima četveromotorni pogonski sustav odnosno svaki kotač pokreće pojedinačni elektromotor kako bi pružio maksimalnu fleksibilnost i kontrolu.<sup>11</sup>

Iako je postojao veliki interes stranih investitora tvrtka je odlučila ne proizvoditi više od 15 primjeraka automobila godišnje i svoje sjedište je ostavila u Hrvatskoj. Rimac automobili su 2013. godine predstavili unaprijeđenu verziju svog prvog automobila, ovog puta nazvan je Concept Two. Automobil je imao 1914 konjskih snaga, a na brzinu od 100 km/h je stigao za svega 1,97 sekundi i to sve mu je omogućilo da bude proglašen najbržim električnim automobilom na svijetu.

---

<sup>11</sup> <https://www.rimac-automobili.com/> (27.06.2021.)

**Tablica 2. Ukupni broj električnih i hibridno-električnih automobila u deset država Europske Unije**

<b>Država</b>	<b>Ukupan broj električnih vozila</b>	<b>Ukupan broj hibridno električnih vozila</b>
<b>Hrvatska</b>	552	191
<b>Italija</b>	22 923	16 811
<b>Francuska</b>	166 092	61 289
<b>Njemačka</b>	133 866	111 509
<b>Slovenija</b>	1 771	659
<b>Nizozemska</b>	107 536	95 885
<b>Češka</b>	2 837	1 326
<b>Poljska</b>	2 902	2 381
<b>Španjolska</b>	26 799	19 722
<b>Austrija</b>	29 523	7 807

Izvor: izradila autorica prema podacima: <https://www.eafo.eu/countries/european-union/23640/summary> (27.06.2021.)

Prema pokazanim statističkim podacima iz tablice 2. možemo zaključiti kako Francuska i Njemačka imaju najveći broj električnih vozila ali isto tako dominiraju i u broju automobila na kombinirani pogon tj. električni pogon u kombinaciji s hibridom.

Infrastruktura za punjenje električnih automobila nadzire porast broja vozila u upotrebi kako bi se dozvolio prijelaz na primjenu alternativnih goriva te kako bi se do 2050. godine praktički sve štetne emisije iz vozila smanjile na nultu razinu. Primarni cilj politike pojedinih država unutar Europske unije je postići da punjenje električnih vozila bude jednako jednostavno kao i punjenje spremnika kod konvencionalnih automobila. Ostvarenjem toga cilja omogućilo bi se električnim vozilima da bez ikakvih poteškoća putuju cijelom EU. Međutim, EU-a da bi ostvarila taj cilj mora se suočiti s problemom nedostatka infrastrukture za punjenje vozila jer upravo i toga razloga se javlja ograničen porast broja električnih vozila. Činjenica je da se električni automobili i dalje najčešće pune kod kuće ili na radnom mjestu, stoga se vozačima koji nemaju osiguran pristup privatnom punjenju ili onima koji



putuju na velike udaljenosti trebaju omogućiti određena javna mjesta gdje će se obavljati punjenje vozila. Nadalje, jedna najnovija istraživanja pokazala su da će se punjenje vozila umjesto kod kuće, gdje se 2020. godine obavljalo otprilike 75 % punjenja, u budućnosti vjerojatno obavljati na javnim mjestima zbog sve većeg broja novih vlasnika električnih vozila koji nemaju pristup kućnom punjenju.<sup>12</sup>

Električna vozila i dalje sa svojom baterijom mogu prijeći manje kilometara za razliku od konvencionalnih vozila. Od 10 zadnjih modela električnih automobila koji su trenutno ponuđeni na tržištu, prosječni doseg koji oni mogu postići je 380 km i takva vozila je potrebno puniti redovitije.

**Tablica 3. Dostupne tehnologije za punjenje električnih automobila**

<b>Brzina i način punjenja</b>	<b>Nazivna snaga</b>	<b>Približno vrijeme punjenja</b>
<b>Sporo (izmjeničnom jednofaznom strujom)</b>	3-7 Kw	7-16 sati
<b>Normalno (izmjeničnom trofaznom strujom)</b>	11-22 Kw	2-4 sata
<b>Brzo (istosmjernom strujom)</b>	50-100 Kw	30-40 minuta
<b>Ultrabrzo (istosmjernom strujom)</b>	> 100 Kw	< 20 minuta

Izvor: izradila autorica prema podacima: Recharge EU – How many charge points will Europe and its Member States need in the 2020s”, organizacija Transport & Environment (28.06.2021.)

Tablica 3. prikazuje približno vrijeme koje je potrebno za punjenje vozila, a ono ovisi bateriji vozila, kapacitetu mjesta za punjenje te brzinom i načinom punjenja. Za punjenje

<sup>12</sup> McKinsey & Company, „Charging ahead: Electric-vehicle infrastructure demand”, dostupno na: [https://aec.energy/chargers/?gclid=Cj0KCCQjw5uWGBhCTARIsAL70sLKNcVwJknylW-itdnmNBqaZjSY7yLpPyTH3E95439f7plc8nLBrFSAaAt79EALw\\_wcB](https://aec.energy/chargers/?gclid=Cj0KCCQjw5uWGBhCTARIsAL70sLKNcVwJknylW-itdnmNBqaZjSY7yLpPyTH3E95439f7plc8nLBrFSAaAt79EALw_wcB) (28.06.2021.)

električnih automobila kod kuće ili na radnom mjestu prikladniji su spori i normalni način punjenja, dok su za glavne cestovne mreže i autoceste pristupačnije utičnice za brzo i ultrabrzo punjenje. Europska Unija zajedno sa svojim članicama radi na uvođenju i provedbi mjera pomoću kojih će se subvencionirati izgradnja odgovarajuće infrastrukture, a slika 9. pokazuje kako Hrvatska ozbiljno radi na rješavanju toga problema te pušta na rad brze električne punionice na autocestama.



**Slika 9. Brza električna punionica za električne automobile u Ravnoj Gori**

Izvor: [https://i1.wp.com/www.autonet.hr/media/2019/04/autonet.hr\\_tifon\\_otvorenje\\_2019\\_04\\_16\\_004.jpg?ssl=1](https://i1.wp.com/www.autonet.hr/media/2019/04/autonet.hr_tifon_otvorenje_2019_04_16_004.jpg?ssl=1) (29.06.2021.)

### 3.1.1. Osnovni elementi za pogon električnih automobila

Osnovni dijelovi za pogon električnog automobila su: električni motor, upravljač električnog motora tj. kontroler te visokonaponske punjive baterije koje služe za opskrbu vozila.

Baterija je komponenta koja određuje ukupne karakteristike električnog vozila te definira njegovu cijenu, autonomiju (doseg) i raspoloživost.<sup>13</sup> Ostali dijelovi su: istosmjerni pretvarač napona za pogon standardno ugrađenih trošila vozila na razini napona od 12 V (pokazivači smjera, radio uređaj, zvučni signali, brisači, svjetla itd.), zatim osigurač, sklopnik, analogno-digitalni pretvarač signala papučice gasa (on daje traženu informaciju o brzini vozača), mjerni instrumenti neophodni za upravljanje vozilom (signalizira preostali kapacitet baterije, struje, snage, brzine i napona) te punjač baterije.

Međutim, električni automobil mora sadržavati i kabele za pogonski napon, bateriju sekundarnog napona razine 12 V i njoj pripadajuće kabele, kabelske priključke i stopice.

Još neki dijelovi koje vozilo na električni pogon može sadržavati su: sklopka za paljenje ključem, prekidač hitnog isključenja, otpornik protiv prebrzog pražnjenja električne baterije, upravljački sustav baterije, upravljački sustav električnog vozila, vakuumska pumpa (ako to zahtjeva kočioni sustav) te električnu pumpu za pogon servo-sustava upravljača.<sup>14</sup>

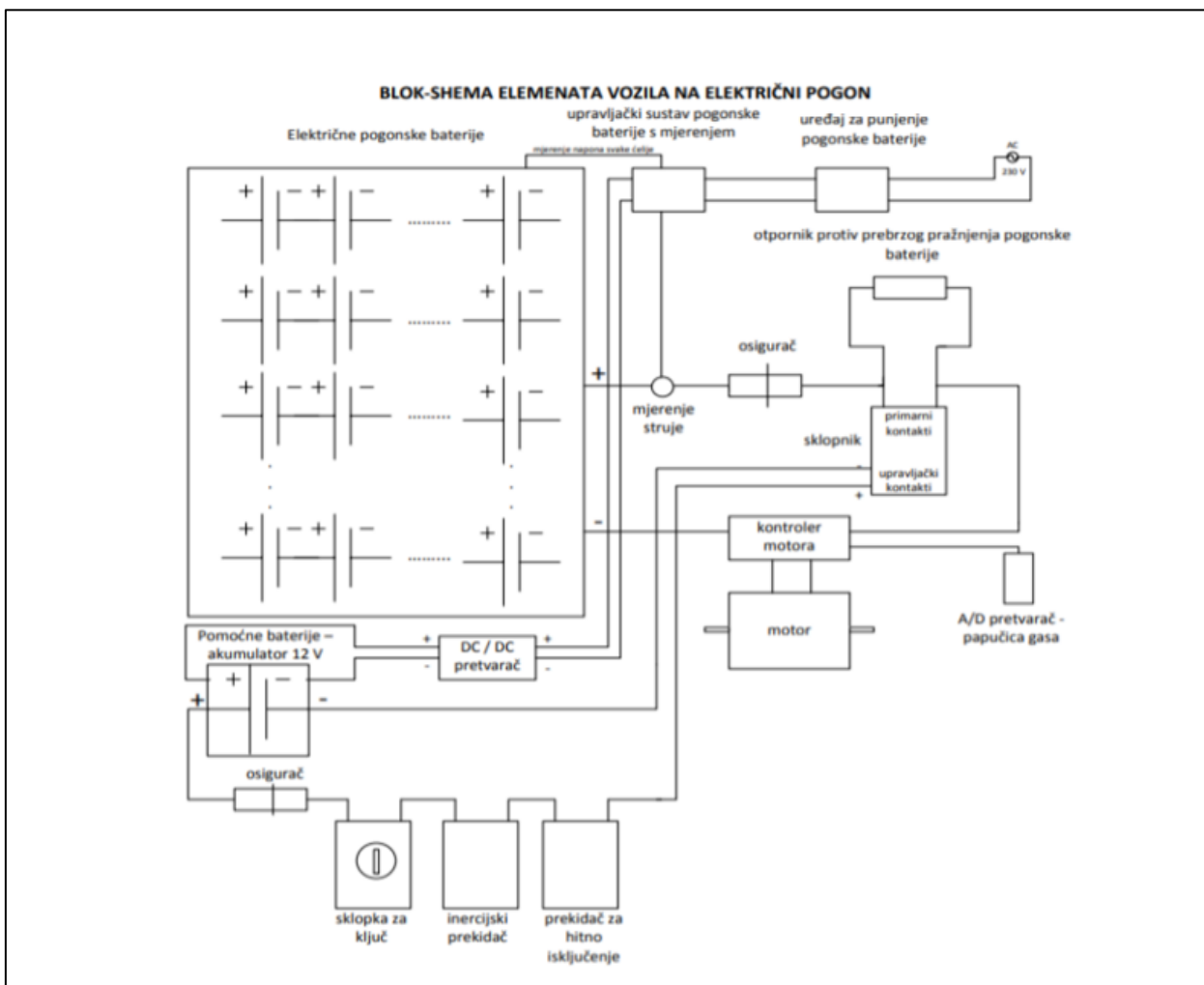
Nadalje, na sljedećoj prikazanoj slici Blok – sheme elemenata vozila na električni pogon uočljivo je kako su visokonaponske električne baterije najveće i da zauzimaju najviše mjesta unutar električnog vozila.

---

<sup>13</sup> Stojkov, M., Gašparović, D., Pelin, D., Glavaš, H., Hornung, K., Mikulandra, N., (2014.) – Električni automobil – povijest razvoja i sastavni dijelovi, dostupno na:

[https://bib.irb.hr/datoteka/717355.140925 Elektricna Vozila ms.pdf](https://bib.irb.hr/datoteka/717355.140925_Elektricna_Vozila_ms.pdf) (01.07.2021.)

<sup>14</sup> Ibidem.



**Slika 10. Blok - shema elemenata vozila na električni pogon**

Izvor: Stojkov, M., Gašparović, D., Pelin, D., Glavaš, H., Hornung, K., Mikulandra, N., (2014.) – Električni automobil – povijest razvoja i sastavni dijelovi, dostupno na: [https://bib.irb.hr/datoteka/717355.140925\\_Elektricna\\_Vozila\\_ms.pdf](https://bib.irb.hr/datoteka/717355.140925_Elektricna_Vozila_ms.pdf) (01.07.2021.)

### 3.1.2. Prednosti i nedostaci električnih automobila

Glavna prednost automobila na električni pogon održava se u smanjenom zagađenju zraka tj. u odnosu na konvencionalne automobile električni imaju nultu emisiju plinova. Automobili pogonjeni elektromotorom odnosno elektromotori doprinose čistijem zraku jer ne emitiraju štetne tvari u okoliš, kao naprimjer čađu, ugljikovodike, olovo, ugljični monoksid, hlapive organske spojeve i slično te ne zahtijevaju goleme površine šuma za apsorpciju CO<sub>2</sub>.

**Tablica 4. Izračun potrošnje goriva i njegovog utjecaja na okoliš**

Vrsta goriva		Potrošnja u kunama	Emisija CO <sub>2</sub>	Površina šume potrebna za apsorpciju CO <sub>2</sub>
Električna energija	15 kWh	1890 kn	707 kg	236 m <sup>2</sup>
	0,84			
Dizel	6 l/100 km	9234 kn	2412 kg	804 m <sup>2</sup>
	10,26 kn/l			
Benzin	8 L/100 km	12 816 kn	2808 kg	936 m <sup>2</sup>
	10,68 kn/l			

Izvor: izradila autorica prema podacima: <http://cijenegoriva.info/CijeneGoriva.aspx> (02.07.2021.)

Tablica 4. pokazuje pozitivan odnos između električne energije u odnosu na standardna goriva. Cijena goriva potrebna za izračun potrošnje goriva i njegovog utjecaja na okoliš uzeta je na dan 02.07.2021. kako bi statistički podaci bili što točniji. Iz tablice može se zaključiti kako uporaba alternativne električne energije ima najpovoljniju cijenu na

promatranih 150 km, emisija CO<sub>2</sub> utjecaja je mala u usporedbi s dizelom i benzinom, a štetno krčenje površina šuma je također najmanje od ostala dva pogonska goriva.

Nadalje, vozila koja koriste električnu energiju kao gorivo, prilikom mirovanja istu ne troše, nego se dio energije izgubljene kočenjem ponovno koristi kroz regenerativno kočenje.

Također, elektromotori su učinkovitiji tijekom pretvaranja pohranjene energije u energiju neophodnu za odvijanje vožnje u odnosu na motore s unutarnjim izgaranjem koji su poprilično neučinkoviti u pretvaranju energije te se znatan dio energije troši u vidu topline.

Elektromotori posjeduju veću iskoristivost od dizelskih i benzinskih motora te imaju jednostavniju konstrukciju i tako mogućnost kvara svode na minimum kao i potrebu za zbrinjavanjem promijenjenih dijelova. Isto tako na električnom automobilu se ne treba mijenjati motorno ulje koje inače predstavlja veliku opasnost za onečišćenje okoliša, kao što se smanjuje i potreba za naftom i njezinim derivatima koji zagađuju okoliš i predstavljaju moguću ekološku katastrofu ako dođe do izlivanja (najčešće pomorskim putem) pri njenom transportu.

Prvi nedostatak električnih automobila s ekološkog, prometnog i tehničkog su baterije. Zadnjih godina za pogon električnih automobila koristile su se olovne akumulatorske baterije, a njihova velika masa glavni je nedostatak i moguća opasnost za okoliš ako se baterije ne zbrinu i recikliraju na pravi način. Također su se koristile i nikal-kadmij baterije koje predstavljaju problem kod recikliranja i dosta su skupe, zbog toga se zadnjih nekoliko godina koriste znatno lakše litijske baterije.

Nadalje, negativna strana električnih vozila održava se u cijeni vozila, koja je dosta veća u odnosu na konvencionalna vozila i hibride, a to se događa radi cijene baterije koje se neće smanjiti sve dok se ne krene u masovnu proizvodnju. Veliki problem korisnika električnih automobila je vjerojatnost da će se baterija automobila potrošiti prije nego uspiju doći do vlastite kuće ili punionice. Postaje za punjenje električnih automobila još uvijek se ne mogu naći na svakom koraku pa postoji mogućnost da će se automobil isključiti ako se vlasnik automobila odluči na duže putovanje. Teslin Model X može prijeći 550 kilometara ako se napuni do kraja, ali njegova cijena je izuzetno visoka, a nešto dostupniji automobili mogu prijeći u pola manje odnosno 250 kilometara.<sup>15</sup> Duže vrijeme potrebno za punjenje automobila i ograničenost doseg elektromotora pokazuju još nedostataka. Iznimka je Teslin

---

<sup>15</sup> V.T., Koje su dobre, a koje loše strane električnih automobile?, 2020. godina, dostupno na: <https://www.index.hr/auto/clanak/koje-su-dobre-a-koje-lose-strane-elektricnih-automobila/2162386.aspx> (02.07.2021.)

model automobila, koji ako naiđe na svoju punionicu, napunjena baterija može ostati na 100% i nakon sat i dva vožnje, ovisno o kojem se tipu vozila radi.<sup>16</sup> Spremnik električnog automobila potrebno je puniti i do nekoliko sati, a za to vrijeme ostala vozila moraju čekati u redu ako prethodno nije bilo slobodnog mjesta. To pokazuje kako treba raditi na uvođenju novih punionica kako bi svi korisnici bili jednako zadovoljni i da ne bi dolazilo do nepotrebno gomilanja u redu čekanja.

Iz svega gore navedenog proizlazi kako su električni automobili sa svim svojim svojstvima dominantni na više razina u odnosu na automobile koji se pokreću motorima s unutarnjim izgaranjem. U nastavku će se provesti analiza održavanje električnih i konvencionalnih automobila na godišnjoj razini kao i troškovi održavanja automobila kako bi se dobili točni podaci o ekonomskoj isplativosti primjene pojedinih vozila.

---

<sup>16</sup> Ibidem.

**Tablica 5. Usporedba održavanja vozila na električni pogon i na pogon s unutarnjim izgaranjem na godišnjoj razini**

<b>Pokazatelji</b>	<b>Električni automobili</b>	<b>Automobili na pogon motora s unutarnjim izgaranjem</b>
<b>Masa</b>	800 kg	800 kg
<b>Potrošnja na 100 km</b>	10 – 15 kWh	6 – 8 l benzina (10,68 kn/l)
<b>Cijena korištene energije na 100 km</b>	4,1- 6,15 kn po NT 8,4 – 12,6 po VT	64,08 – 85,44 kn
<b>Cijena godišnje utrošene energije (prijeđeno 20 000 km)</b>	820 – 1230 kn po NT 1680 – 2520 kn po VT	12 816 – 17 088 kn
<b>Dodatni troškovi</b>	500 kn (održavanje)	3000 kn (održavanje)
<b>Ukupno</b>	1320 – 3020 kn	15 816 – 20 088 kn

Izvor: izradila studentica prema podacima: [http://www.scp.hr/file/Ecar\\_HR\\_tisak.pdf](http://www.scp.hr/file/Ecar_HR_tisak.pdf) (03.07.2021.)

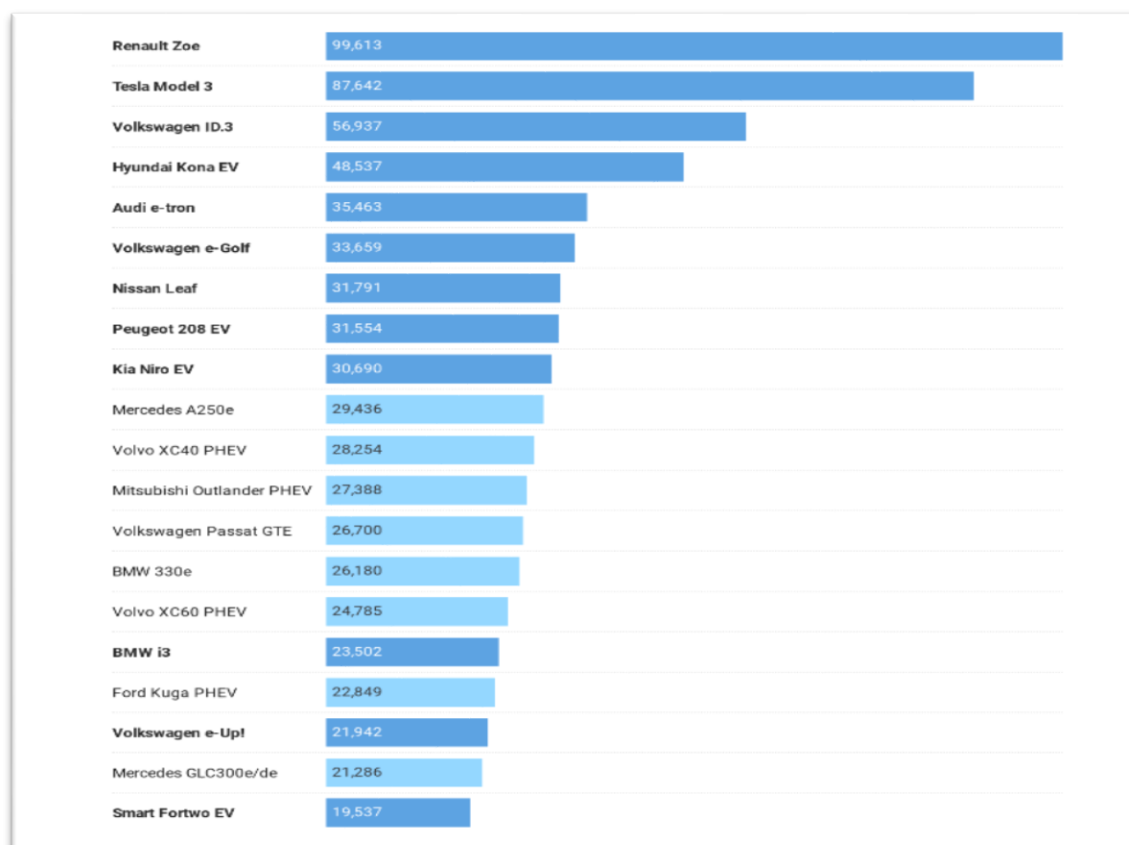
Iz tablice možemo zaključiti kako postoji velika razlika u cijeni prilikom korištenja električnih automobila i automobila pokretanih benzinskim motorom promatranih na godišnjoj razini. Cijena litre benzina uzeta je na dan 03.07.2021. i iznosila je 10,68 kn/l., a cijena jednog kWh električne energije po nižoj tj. noćnoj tarifi iznosi 0,41 kn, a više tarife 0,81 kn. Ova usporedba uključuje i troškove održavanja automobila na godišnjoj razini te se dobivaju jasni pokazatelji o ekonomskoj isplativosti električnih automobila. Međutim, treba uzeti u obzir da za proizvodnju ili preradu električnih automobila treba izdvojiti dosta novca u odnosu na standardna vozila i ta činjenica jedim dijelom poništava navedene pozitivne učinke koji nastaju prilikom jeftinijeg održavanja.



Proizvodnja i prodaja električnih automobila u cijeloj EU bilježi ogromni trend rasta te se na temelju najnovijeg istraživanja tržišta očekuje povećanje udjela e-vozila od 2-8% i to u razdoblju od 2020. – 2025. godine.

### 3.1.3. Primjena električnih vozila u svijetu

U razdoblju od 2010.-2020. godine u svijetu je znatno porastao interes za električnim automobilima, a u 2019. godini broj električnih vozila dostigao je brojku od 10 milijuna. Kompanija International Energy Agency procjenjuje da će u 2025. godini u svijetu biti 51,7 milijuna elektroautomobila, dok će ih u 2030. biti 144,3 milijuna.<sup>17</sup>



**Slika 11. Prikaz najboljih 20 svjetskih tvrtki za proizvodnju električnih vozila**

Izvor: <https://cleantechnica.com/?s=top+20+electric+cars+iz+europa> (09.07.2021.)

<sup>17</sup> K. Ćosić., U periodu od 2010. do 2020. godine u svijetu je znatno porastao interes za električnim automobilima, 2021. godina, dostupno na: <https://smartlife.hr/e-Zivot/Pametna-mobilnost/a393/TIJEKOM-10-GODINA-10-milijuna-elektricnih-automobila-u-svijetu.html> (05.07.2021.)

Iako danas u svijetu postoji veliki broj tvrtki za proizvodnju električnih automobila (Tesla, Renault, Audi, Nissan, Volkswagen, Hyundai, itd.) prema podacima prikazanim na slici 11. iz 2020. godine uočava se kako su Renault i Tesla najbolji svjetski proizvođači automobila na električni pogon.

Automobil Renault Zoe, prikazan na slici 12., treća je generacija europskog najprodavanijeg električnog automobila koji je donio napredak u svim područjima razvoja novih automobila na električni pogon.



**Slika 12. Električni automobil - Renault Zoe**

Izvor: [https://hr.e-guide.renault.com/sites/default/files/statics\\_images/X10-PH2/X10-PH2-H1.jpg](https://hr.e-guide.renault.com/sites/default/files/statics_images/X10-PH2/X10-PH2-H1.jpg)  
(09.07.2021.)

Platforma Renaulta Zoe posebno je proizvedena i dizajnirana kako bi primila električnu energiju. Najbitnija promjena vidljiva u usporedbi s prethodne dvije generacije vozila je promjena u većem kapacitetu baterije i to s 41 kWh na 52 kWh.<sup>18</sup> Litij-ionski paket

---

<sup>18</sup> Večernji list, Isprobali smo novi električni Renault: Veća baterija i nikad niža cijena: 2019. godina, dostupno na: <https://www.vecernji.hr/auti/isprobali-smo-novi-elektricni-renault-veca-baterija-i-nikad-niza-cijena-1351474> <https://www.vecernji.hr/auti/isprobali-smo-novi-elektricni-renault-veca-baterija-i-nikad-niza-cijena-1351474> (10.07.2021.)

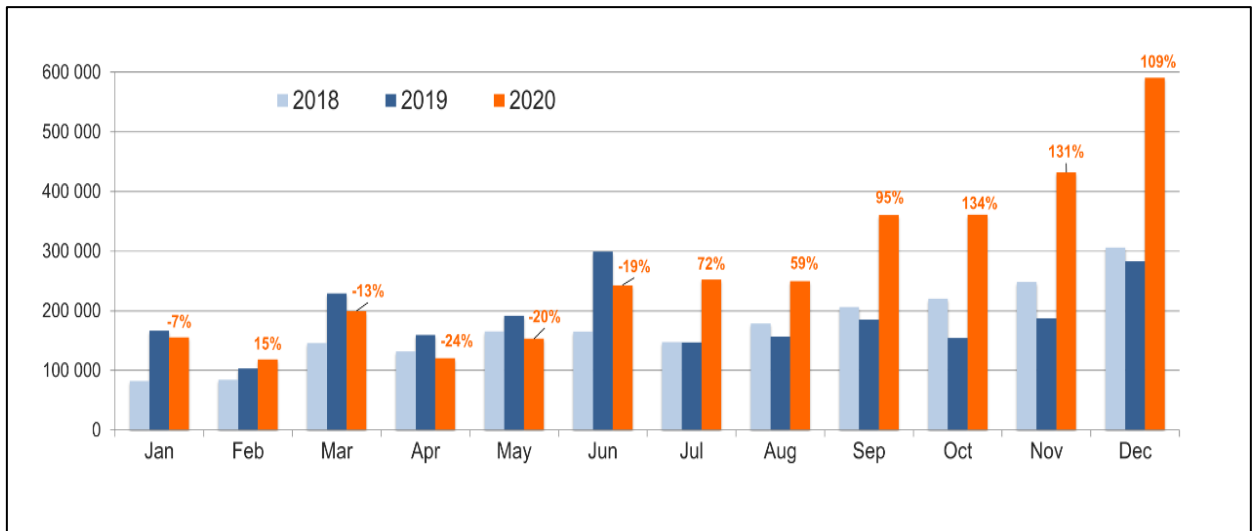
baterija ostao je nepromijenjen i istih dimenzija uz samo 20 kila veću masu, ali se zato dobio 21% veći kapacitet za skladištenje električne energije što u praksi znači maksimalni doseg putovanja od 395 km (dosadašnji 300 km). Također novost je i napredniji mod vožnje za rekuperaciju energije. Puštanjem gasa na automobilu Zoe automatski se lagano punila baterija dok se sada s novim modom vozilo jače koči i zaustavlja i snažnije puni bateriju. Tim činom se vozaču omogućuje da lakše predviđa samu vožnju i da u većini slučajeva vozi samo s papučicom gasa i minimalno upotrebljava kočnicu. Jedna od najvažnijih novina je mogućnost punjenja istosmjernom strujom D/C što automobilima omogućuje punjenje na najbržim punjačima snage od 50 Kw na kojima se kapacitet baterije može napuniti za 1 sat i 10 minuta.<sup>19</sup>

Ovaj model električnog automobila omogućava opuštajuću vožnju zbog automatskog jednostupanjskog mjenjača koji stvara linearno ubrzavanje bez ikakvih trzaja. Cijena Zoe električnog automobila je dosta skupa ali uz opciju poticaja koje daje država oni postaju sve dostupniji i konkurentni većini konvencionalnih automobila.

Iako je epidemija Covid-19 snažno utjecala na sve grane gospodarstva pa tako i na automobilsku industriju, ipak je 2020. godina postala odlična za razvoj plug-in vozila. U prethodnoj godini registrirano je gotovo 1,4 milijuna električnih vozila, što je veliki napredak u odnosu na 2019. godinu, a na sljedećem grafikonu prikazani su podaci upotrebe električnih vozila u odnosu na dvije prethodne godine.

---

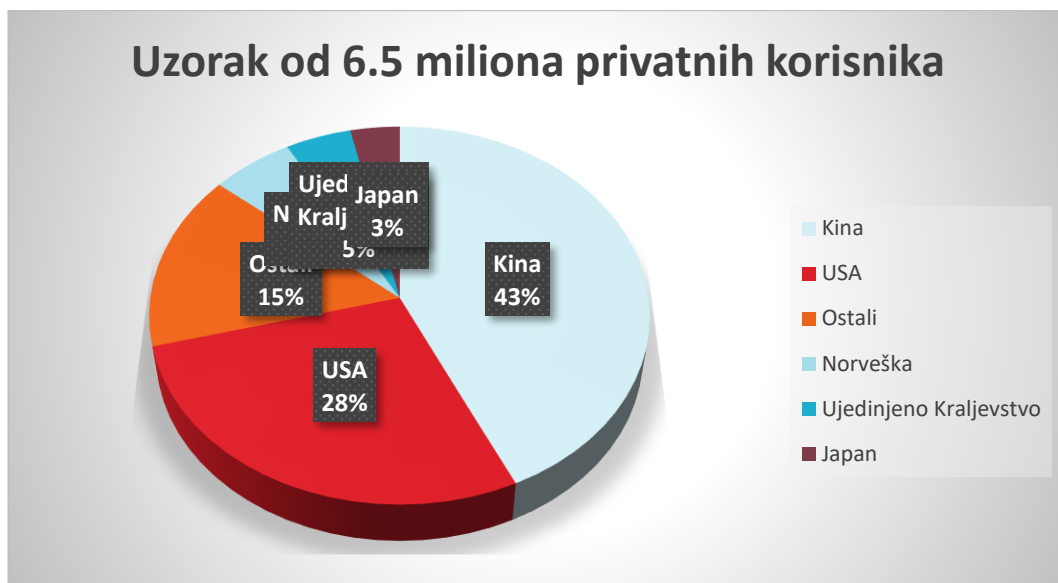
<sup>19</sup> Ibidem.



**Grafikon 2. Prikaz rasta električnih automobila u razdoblju od 2018.-2020.godine**

Izvor: [EV-Volumes – The Electric Vehicle World Sales Database](#) (09.07.2021.)

Kina je država koja pokazuje kako pandemija Covida-19 nije puno utjecala na njihov novi razvoj i unapređenje električnih vozila, a grafikon 3. u nastavku rada će pokazati kako Kina prednjači u implementiranju električnih vozila u urbani promet u odnosu na druge države Europe i svijeta. Stoga, usprkos velikoj konkurenciji prije svega Teslinih automobila koji su sinonim za električna vozila, Kina je uspjela izbaciti svoj automobil, točnije Hong Guang Mini EV te on postaje na kineskom tržištu najprodavaniji tip e-vozila.



**Grafikon 3. Kina kao glavni proizvođač e-vozila**

Izvor: izradila studentica prema podacima: [Global EV Outlook 2020 – Analysis – IEA](#) (10.07.2021.)



**Slika 13. Najnoviji kineski električni automobil Hong Guang Mini**

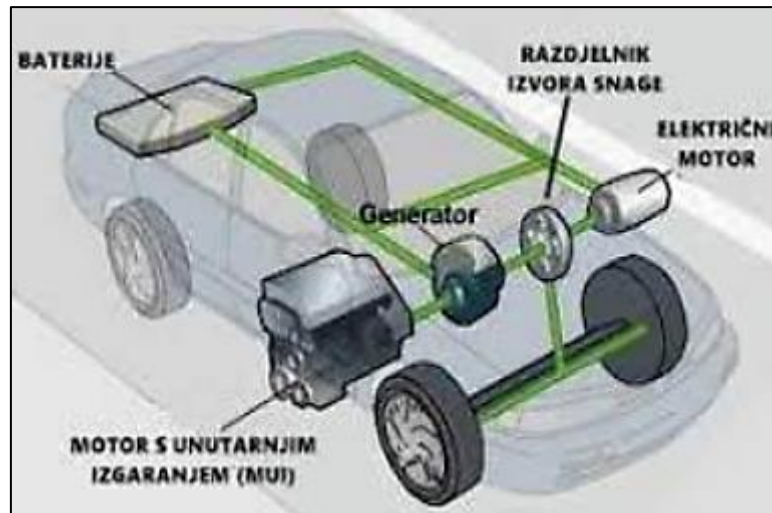
Izvor: <https://proauto.ba/wp-content/uploads/2021/03/hong-guang-mini-ev-china-2021-proauto-05-625x417.jpg> (10.07.2021.)

Mali električni automobil, Hong Guang Mini, proizveden je i prvi puta primijenjen u Kini prethodne godine. Opremljen je s jedne strane baterijom kapaciteta 9,2 kWh i njome se može prevaliti 120 km i s druge strane kapacitet baterije je 13,8 kWh kojom se može prijeći 170 km te u svojoj osnovnoj verziji postiže maksimalnu brzinu od 100 km/h. Hong Guang Mini pokreće jedan električni motor snage 13 Kw. U ponudi postoji više verzija od kojih se najviše ističe ona s najjačom baterijom koja ima voznu autonomiju 170 km po jednom punjenju baterije. Iako stručnjaci smatraju kako ovaj automobil po dosegu ne može dostići Tesline modele, ovaj primjerak po svojoj veličini i kvaliteti u potpunosti odgovara velikim i natrpanim urbanim sredinama zbog svoje veličine, cijene i mogućnosti parkiranja u bilo kojim područjima.

### **3.2. RAZVOJ HIBRIDNIH VOZILA NA GLOBALNOJ RAZINI**

Hibridna vozila su ona vozila koja za svoje pokretanje primjenjuju dva ili više izvora energije, a ne jednog kao što je slučaj kod standardnih automobila. Najčešće se upotrebljava kombinacija dizelskog ili benzinskog motora s unutarnjim izgaranjem i još jednog elektromotora. Hibridni automobili postaju u zadnje vrijeme sve popularniji jer posjeduju znatno manju količinu štetnih plinova i tako ne onečišćuju okoliš i ne uzrokuju nastajanje kiselih kiša. Neke od automobilskih kompanija koje ih proizvode su: Toyota, Honda, Nissan, Citroen, Chevrolet itd. Primjenom hibridnih automobila opskrbljivanje motora s unutarnjim izgaranjem vrši se pomoću odgovarajućeg goriva dok se preostali dio opskrbljuje električnom energijom iz akumulatora.

Brzina vozila pokretana elektromotorom mogu dostići brzinu od 50 do 80 km/h i zbog toga vozila u urbanim sredinama kao pogon koriste električnu energiju, dok se u ostalim dijelovima grada koristi benzinsko ili dizelsko gorivo.



**Slika 14. Hibridno električno vozilo**

Izvor: <https://korak.com.hr/wp-content/uploads/2019/08/hyvbrid-dijelovi.jpg> (14.07.2021.)

Slika 14. daje prikaz hibridnog električnog vozila koje se pokreće pomoću motora s unutarnjim izgaranjem i elektromotora te takva vozila koriste energiju pohranjenu u baterijama. Baterija u hibridnim automobilima ne može se priključiti na klasično punjenje nego se baterija puni uz pomoć regenerativnog kočenja i motora s unutarnjim izgaranjem. Isto tako, baterija može puniti pomoćna opterećenja i smanjivati prazan hod kada dođe do zaustavljanja vozila.

Hibridna vozila s obzirom na autonomnost vožnje možemo podijeliti na djelomično hibridne električne automobile (HEV – hibrid electric vehicles) i potpuno hibridne električne automobile (PHEV – plug-in hibrid electric vehicles). Razlika između navedena dva sustava hibridnih vozila temelji se na vrsti sustava koji je glavni i onoga koji je pomoćni. Potpuni hibridni automobil je sam po sebi onaj kojemu je dozvoljena vožnja automobilom pogonjena samo uz pomoć elektromotora te u tom slučaju elektromotor ima barem jednu trećinu snage motora s unutarnjim izgaranjem. Međutim, kod djelomično hibridnog automobila elektromotor ima funkciju da služi kao pomoć motoru s unutarnjim izgaranjem. PHEV vozila svoju bateriju mogu napuniti kod kuće ili na nekoj od dostupnih javnih e-punionica i tako se može isključiti mogućnost korištenja motora s unutarnjim izgaranjem na kraćim udaljenostima.

Prvi hibridni automobil pojavio se 1900. godine i za njegovu proizvodnju je zaslužan Ferdinand Porsche, koji je napravio prvi hibridni automobil pogonjen kombinacijom elektrobenzinskog motora. Daljnja proizvodnja imala je svojih dobrih i loših strana, a ponovni rast proizvodnje događa se krajem 90-ih godina, točnije 1997. godine kada je Toyota počela proizvoditi prvo serijsko hibridno vozilo nazvano Toyota Prius (prikazana na slici 15.), a danas već postoji dugo niz proizvođača hibridnih vozila od Mercedes-a, Honda, BMW-a, Renault-a, Hyundai-a, Chevrolet-a i mnogih drugih.



**Slika 15. Toyota Prius - hibridno vozilo**

Izvor:[https://t1-cms-4.images.toyota-europe.com/toyotaone/hrhr/toyota-prius-2019-gallery-17-full\\_tcm-3036-1574546.jpg](https://t1-cms-4.images.toyota-europe.com/toyotaone/hrhr/toyota-prius-2019-gallery-17-full_tcm-3036-1574546.jpg) (15.07.2021.)

Toyota Prius u narednim godinama bila je najzastupljenije PHEV hibridno vozilo kojoj je plug-in punjenje s dodatnom baterijom omogućilo nezavisan pogon od motora s unutarnjim izgaranjem. Do kraja 2010. godine u svijetu je ukupno prodano 2 milijuna primjeraka Toyota Prius modela svih modela a najveća zastupljenost je bila u državama Sjeverne Amerike i Japanu. I danas primjerci Toyote Prius objedinjavaju inteligentnu



konstrukciju i tehnologiju kako bi se pružile dinamične vozne performanse i odlična upravljivost, zahvaljujući čemu je podjednako zabavan za voziti koliko je i učinkovit.<sup>20</sup>

Iako su cijene hibridnih vozila u Republici Hrvatskoj i dalje izuzetno visoke na razne načine se nastoji postići da država sufinancira kupnju novih hibridnih vozila. Međutim, za masovno korištenje i primjenu takvih automobila potrebno je razviti elektromrežu i razne inteligentne sustave za punjenje vozila koje će biti prilagođeno svim potrebama korisnika i ono je zapravo ključno da bi se dogodio značajniji napredak.

### **3.3. PRIMJENA PRIODNOG PLINA NA GLOBALNOJ RAZINI**

Prirodni plin je najbrže rastuće fosilno gorivo i danas čini 23% ukupne globalne potražnje za primarnom energijom i skoro četvrtinu proizvodnje električne energije. Također, prirodni plin je najčistije gorivo i najbrže rastuće fosilno gorivo te pridonosi gotovo trećini ukupnog rasta potražnje za energijom tijekom posljednjeg desetljeća, više nego bilo koje drugo gorivo.<sup>21</sup> Na globalnoj razini sektor prometa je najodgovorniji za rast emisije stakleničkih plinova, dok u ostalim sektorima ta emisija pada u prometu i dalje raste. Zbog toga se radi na uvođenju alternativnih goriva jer bi oni doveli do smanjenja ovisnosti o fosilnim gorivima u sektoru transporta iako se tu opet javlja problem odgovarajuće infrastrukture koja nije dovoljno izgrađena i razvijena. Golema uporaba nafte ostavlja trag na okolišu i samom stvaranju štetnih plinova, a budući da je plin najčišće fosilno gorivo koje gori, on pruža i brojne ekološke prednosti u odnosu na druga fosilna goriva, a najznačajniji je u pogledu smanjenja emisije stakleničkih plinova i boljoj kvaliteti zraka.

---

<sup>20</sup> <https://www.toyota.hr/> (15.07.2021.)

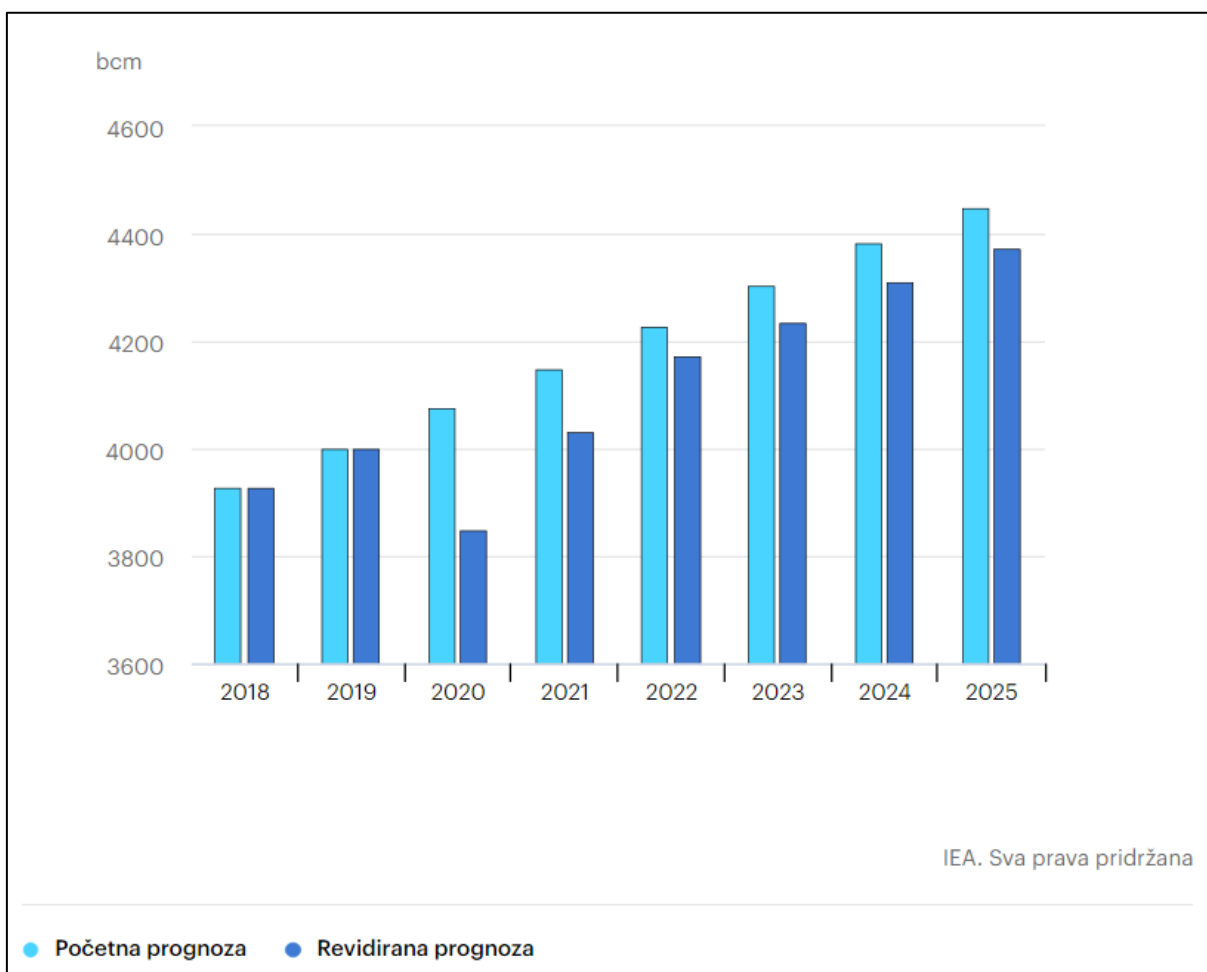
<sup>21</sup> <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/gas> (15.07.2021.)

**Tablica 6. Usporedba cijene plina i dizela na europskoj razini na dan 15.07.2021. godine**

<b>Država</b>	<b>Cijena plina</b>	<b>Cijena dizela</b>
<b>Hrvatska</b>	0,66 EUR/L	1,37 EUR/L
<b>Austrija</b>	0,8 EUR/L	1,25 EUR/L
<b>Njemačka</b>	0,69 EUR/L	1,39 EUR/L
<b>Italija</b>	0,65 EUR/L	1,51 EUR/L
<b>Nizozemska</b>	0,96 EUR/L	1,58 EUR/L
<b>Portugal</b>	0,7 EUR/L	1,46 EUR/L
<b>Slovenija</b>	0,71 EUR/L	1,3 EUR/L
<b>Španjolska</b>	0,75 EUR/L	1,26 EUR/L

Izvor: izradila studentica prema podacima: <https://www.mylpg.eu/> (15.07.2021.)

Iz tablice 6. vidljivo je kako je cijena prirodnog plina u Europi daleko isplativija za korištenje od cijene dizelskog goriva. Međutim, da bi se vožnja na plin u potpunosti isplatila, razlika u cijeni između fosilnih goriva i prirodnog plina mora biti makar 20%, ali je trenutna cijena plina niža samo za 5% u odnosu na istu količinu nafte. Sve to posljedica je gospodarske krize uzrokovane pandemijom koronavirusa iako se smatra da kada Covid-19 popusti, korist plina će biti ista kao i prije krize.



**Slika 16. Grafički prikaz globalne potražnje za plinom u početnim i revidiranim prognozama u razdoblju od 2019.-2025. godine**

Izvor: <https://www.iea.org/reports/gas-2020/2021-2025-rebound-and-beyond> (17.07.2021.)

Europska unija ulaže značajna sredstva i napore kako bi se smanjila emisija stakleničkih plinova i povećala ovisnost o alternativnim gorivima što dokazuje i podatak da je na području EU registrirano oko 2 milijuna vozila na prirodni plin, a na slici 16. je prikazana prognoza rasta uporabe plina na globalnoj razini do 2025. godine. Povećava se trend ograničenja odvijanja prometa na fosilni pogon koji se širi europskim gradovima te taj

trend predstavlja samo jednu u nizu mjera za postizanje zadanoga cilja da se do 2030. godine broj vozila na fosilni pogon smanji za otprilike 14%.

Međutim, iako se događa pozitivni trend uporabe prirodnog plina, Hrvatska je i dalje među zadnjima kada je riječ o uporabi ovog alternativnog goriva te posjeduje samo 318 vozila na pogon prirodnog plina. Takav mali broj vozila na prirodni plin je ipak razumljiv s obzirom na slabu razvijenost infrastrukture u RH, a to potvrđuje i činjenica da postoje samo četiri CNG (eng. Compressed natural gas) punionice i jedna LNG (eng. Liquefied natural gas) punionica, koja je otvorena nedaleko od Rijeke, točnije na Kukuljanovu i detaljnije je opisana u prvom dijelu rada. Nadalje, otežavajuća okolnost je i ne postojanje subvencija za plin kao alternativno gorivo, kao ni za izgradnju potrebne infrastrukture, a Hrvatska ni dalje ne primjenjuje vlastiti Zakon o uspostavi infrastrukture, koji je donesen još na kraju 2016. godine.

Predviđa se kako će do 2040. godine otprilike 50% domaćih brodova u obalnom pomorskom linijskom prometu kao glavno gorivo upotrebljavati LNG, što ide u korist tvrtkama koje će graditi infrastrukturu ali i hrvatskim brodogradilištima jer će se otvarati nova tržišta na međunarodnoj razini. U prilog tome ide i projekt „LNG Plavi koridor“ kojemu je cilj izgraditi LNG kao ozbiljnu alternativu koja bi se koristila na velikim udaljenostima. Za početak bi se plin upotrebljavao kao dopunsko gorivo, a kasnije kao glavno alternativno gorivo.

Kako bi se ostvarili zacrtani ciljevi potrebno je izgraditi predviđeni broj tzv. „bunkering“ postaja odnosno stanica za opskrbu brodova ukapljenim prirodnim plinom za pogon brodarskih brodova duž hrvatske obale i na unutrašnjim pomorskim putevima.<sup>22</sup> Takva serija LNG punionica prostire se na četiri koridora i pokriva područje Atlantika, Mediterana te spaja europski jug sa sjeverom i njegovim istokom i zapadom.

Koncept izrađen prema Nacionalnom okviru politike prognozira da će do 2030. godine, 990 teških teretnih vozila voziti na prirodni plin, iako je još uvijek teško predvidjeti koliki će točan broj stvarno biti, a za ostvarenje zacrtanog cilja potrebno je izgraditi infrastrukturu na rubnim dijelovima pojedinih gradova.

---

<sup>22</sup> Herceg, S. C., Ambiciozni planovi iz 2017.: Bunkering – kako će prelaskom brodova na Ing pogon hrvatska brodogradnja doživjeti ekspanziju, 2021. godina, dostupno na: <https://www.nacional.hr/ambiciozni-planovi-iz-2017-bunkering-kako-ce-prelaskom-brodova-na-Ing-pogon-hrvatska-brodogradnja-dozivjeti-ekspanziju/> (17.07.2021.)

## 4. ZAKONSKE MJERE ZA SMANJENJE EMISIJE ŠTETNIH PLINOVA

Kako bi se emisija štetnih plinova dovela na minimum te na adekvatan način zaštitilo ljudsko zdravlje i okoliš donose se razne mjere i direktive za uspješno ostvarenje postavljenih ciljeva. Europska unija jedna je od glavnih gospodarskih sila koja podupire borbu protiv emisije stakleničkih plinova. U odnosu na emisije iz 1990. godine Europska unija je do 2020. godine uspjela smanjiti negativni utjecaj plinova za 24%. Također, Europska komisija je u prosincu 2019. godine donijela europski zeleni plan, a zalaže se i za paket mjera čiji je cilj stvoriti veći ambicije EU u segmentu smanjenja štetnih emisija do 2030. godine, kao i potpuno ukinuti fosilna goriva do 2050. godine. Kako bi se cjelokupno područje EU usmjerio na uravnotežen put prema postizanju ugljične neutralnosti do 2050. godine, Komisija je u rujnu 2020. godine predložila da se ambiciozan klimatski cilj smanjenja emisije stakleničkih plinova do 2030. godine poveća na 55% u odnosu na razine iz 1990. godine.<sup>23</sup>

Nacionalni okvir politike (NOP) ima za zadatak pratiti i upravljati provođenje nacionalnih mjera koji se odražavaju na uvođenje odgovarajuće infrastrukture. NOP mora organizirati skupinu ljudi koja će biti odgovorna za poslove administracije i s tijelima državne uprave obavljati sve potrebne poslove.

Mjere politike koje se odnose na potporu provedbe Nacionalnog okvira politike su sljedeće:<sup>24</sup>

- izravni poticaji za kupnju prijevoznih sredstava na alternativna goriva ili za izgradnju infrastrukture,
- raspoloživost poreznih poticaja za promicanje prometnih sredstava na alternativna goriva i odgovarajuće infrastrukture,
- uporaba javne nabave u svrhu potpore alternativnim gorivima, uključujući javnu nabavu,
- nefinancijski poticaji na strani potražnje, primjerice povlašteni pristup područjima ograničenog pristupa, politike parkiranja i namjenske prometne trake,
- razmatranje potreba za mjesta za punjenje avionskim gorivom iz obnovljivih izvora u zračnim lukama u okviru osnovne mreže TEN-T i

<sup>23</sup> [https://www.europarl.europa.eu/ftu/pdf/hr/FTU\\_2.5.2.pdf](https://www.europarl.europa.eu/ftu/pdf/hr/FTU_2.5.2.pdf) (18.07.2021.)

<sup>24</sup> <https://mmpi.gov.hr/infrastruktura/dokumenti-136/nacionalni-okvir-politike/17813> (21.07.2021.)

- tehničke i administrativne postupke i zakonodavstvo u vezi s odobrenjem opskrbe alternativnim gorivima kako bi se olakšao postupak odobravanja.

Tijelo nadležno za primjenu Nacionalnog okvira politike i pojedina tijela državne uprave moraju dogovoriti strategiju između vozila koja koriste standardna goriva i vozila koja koriste neko od dostupnih alternativnih goriva. U prilog tome ide i mjera EU donesena 2019. godine o strožim vrijednostima štetnih emisija za automobile i kombije s ciljem da do 2030. godine vozila u prosjeku ispuštaju manje CO<sub>2</sub>, u usporedbi s 2021. godinom i to:

- 37,5 % manje CO<sub>2</sub> od strane automobila i
- 31 % kombiji.

Također su donesene i strože granične vrijednosti za uporabu kamiona i drugih teških vozila. Prema novim donesenim pravilima konstruktori budućih vozila će u odnosu na promatranu 2019. godinu morati ublažiti emisiju CO<sub>2</sub> iz kamiona za otprilike:

- 15 % do 2025. godine i
- 30 % do 2030. godine.

Najnovije mjere donesene prije nekoliko dana od strane Europske komisije predstavljaju veliki paket zakonodavnih prijedloga kojim bi se trebalo osigurati smanjenje stakleničkih plinova do 2030. godine i to za 55 %. Taj paket nazvan je „Fit for 55“ i ključan je segment Europskog zelenog plana kojim se predviđa da će područje EU do 2050. godine postati klimatski neutralno. Međutim, nacrt prijedloga treba biti odobren od strane svih članica EU kao i parlamenta, a one bi uključivale planove budućeg oporezivanje avionskog goriva, učinkovitu obustavu prodaje vozila na pogon dizela i benzina i to u roku od 20 narednih godina.

Emisije stakleničkih plinova u EU do sada su već smanjene za 24 % u odnosu na razinu iz 1990. godine i to zahvaljujući strožim klimatskim i energetske propisima. Unatoč toj činjenici, gospodarstvo se nastavilo razvijati u istom tom razdoblju i to za čak 60 % te kako su se ti propisi pokazali učinkovitima i novi paket mjera „Fit for 55“ se temelji na njima. Predstavljani prijedlozi novih mjera Europske komisije obuhvaćaju:<sup>25</sup>

---

<sup>25</sup> Korda, Z., Bruxelles predlaže ukidanje benzinaca i dizelaša do 2035., porez na kerozin i druge radikalne mjere za smanjenje emisije stakleničkih plinova, 2021. godina, dostupno na: <https://www.tportal.hr/biznis/clanak/bruxelles-predlaze-ukidanje-benzinaca-i-dizelasa-do-2035-porez-na-kerozin-i-druge-radikalne-mjere-za-smanjenje-emisije-staklenickih-plinova-20210714> (22.07.2021.)

- trgovanje emisijama u novim sektorima i stroži EU-ov sustav trgovanja emisijama,
- povećanje uporabe energije iz obnovljivih izvora,
- poboljšanje energetske učinkovitosti,
- brže uvođenje prijevoznih sredstava s niskim emisijama te potrebne infrastrukture i goriva,
- usklađivanje porezne politike s ciljevima europskog zelenog plana,
- sprečavanje istjecanja ugljika i
- rast prirodnih ponora ugljika.

Premda, jedna od bitnijih mjera je uvesti dodatno trgovanje emisijama s obzirom na to da se njihov stalni porast događa upravo u cestovnom prometu. Uvođenjem strožih pravila za emisije CO<sub>2</sub> iz vozila i kombija nastojat će se postići da se emisija štetnih plinova iz novih automobila smanji za 55 posto do 2030. godine, odnosno za 100 posto do 2035. godine i tako će se ubrzati prelazak na mobilnost s nultom stopom štetnih emisija. To znači da će svi novi automobili registrirani od 2035. godine na dalje biti automobili s nultim emisijama. Međutim, treba revidirati i uredbe o infrastrukturi za primjenu alternativnih goriva kako bi se vozači u cijeloj Europskoj uniji mogli pouzdati u mrežu neophodnu za punjenje vozila. Revidiranom uredbom o infrastrukturi tražit će se od svih članica da u svojim državama povećaju svoje kapacitete za punjenje, koje moraju biti u skladu s nultim emisijama vozila. Potrebna infrastruktura mora biti izgrađena tako da opskrbljuje glavne prometne pravce na sljedeći način:

- svakih 60 km stanice za punjenje električnom energijom i
- stanice za opskrbu vodikom svakih 150 km.

Cilj europskog zelenog plana je da Europa postane prvi klimatski neutralni kontinent do 2050. godine. Nadalje, prednost brzog djelovanja dovela bi do čistijeg zraka, zelenijih i hladnijih gradova, zdravijih građana, razvijanje tehnologije i industrije, otvaranje europskih radnih mjesta, manje potrošnja energije koja dovodi do manjih računa te više mjesta za prirodu i zdraviji planet.

#### 4.1. MJERE ZA PRIHVAĆANJE ELEKTRIČNIH AUTOMOBILA

S obzirom na to da se najveći interes pojavljuje za električnu energiju kao jedno od alternativnih goriva, treba uvesti niz mjera i poticaja za kvalitetniju daljnju uporabu. Neke od mjera koje se provode na državnoj razini su:<sup>26</sup>

- subvencije pri kupnji električnih vozila,
- porezne olakšice,
- uštede goriva,
- financiranje infrastrukture za punjenje električnih vozila i
- financiranje inovacija.

Subvencije pri kupnji električnih vozila obično su državni poticaji u obliku jednokratne isplate koji služe za smanjenje početnih troškova električnih vozila. Na temelju različitih kriterija utvrđuju se vozila koja odgovaraju svim uvjetima za subvencioniranje pri kupnji te postoji mogućnost subvencioniranja vozila koja s pokreću isključivo električnom energijom ili postoji alternativa s mogućnosti integriranja i hibridnih vozila, vozila s pogonom na vodikove čestice kao i vozila s niskom emisijom štetnih plinova pokretana pomoću motora s unutarnjim izgaranjem.

Porezne olakšice nastoje smanjiti porez svim fizičkim i pravnim osobama koje u svom vlasništvu imaju električno vozilo.

Uštede goriva provodile bi se na način proporcionalan onom kojim bi automobil imao utjecaj na okoliš tj. kolika je emisija CO<sub>2</sub> g/km. Ovaj bi se poticaj razlikovao od države do države jer tržišta električne energije i goriva djeluju na različite načine. Različita istraživanja koja se provode da bi se dobio uvid u funkcioniranje energetske tarife i potrošnje goriva može uvelike pomoći u definiranju osnova za potrebne mjere primjene električnih vozila.

Mjera financiranja infrastrukture za punjenje električnih vozila predstavlja subvencije za izgradnju infrastrukture potrebne za punjenje električnih vozila kod kuće ili na radnom mjestu. Mnoge vlade i lokalna tijela prepoznala su važnost ove mjere jer smatraju kako je sve veći broj električnih automobila na cesti ovisan o infrastrukturi za punjenje vozila.

Financiranje inovacija je zapravo financijska potpora za projekte koji omogućavaju razvoj tehnologija električnih vozila.

---

<sup>26</sup> <https://mmpi.gov.hr/infrastruktura/dokumenti-136/nacionalni-okvir-politike/17813> , dostupno u obliku priloga: [https://mmpi.gov.hr/UserDocsImages/arhiva/Prilog%20%20NOP%20ver30-05-2015%2014-7\\_15.pdf](https://mmpi.gov.hr/UserDocsImages/arhiva/Prilog%20%20NOP%20ver30-05-2015%2014-7_15.pdf) (22.07.2021)



Nakon toga, razmatraju se poticaji na lokalnoj razini i među njima su:<sup>27</sup>

- parkiranje,
- osiguranje infrastrukture,
- planiranje,
- pristup cestama i objektima za punjenje,
- taksiji i privatna rent-a-car vozila,
- integracija u širu transportnu mrežu,
- klubovi korisnika zajedničkih vozila (car-sharing),
- javna nabava,
- gospodarski razvoj i turizam,
- pilot-projekti i pokusni projekti i
- edukacija i promidžba.

## **4.2. ZAKONSKA REGULATIVA UPORABE PRIRODNOG PLINA**

Uporaba ukapljenog prirodnog plina (UPP) kao fosilnog goriva s najmanjim udjelom onečišćenja ogroman potencijal. Europska unija donijela je najvažniji dokument za razvoj infrastrukture UPP za brodove i teška teretna vozila. To je Direktiva 2014/94/EU Europskog vijeća i parlamenta o uvođenju infrastrukture za alternativna goriva. Direktiva postavlja zakonsku obvezu razvoja mrežnih postaja za punjenje brodova i teških teretnih vozila do 2025. godine. Nacionalni okvir politike (NOP) utvrdio je procjenu trenutnog stanja i potencijalnog budućeg razvoja UPP-a kao alternativnog goriva uzimajući u obzir njegovu pojedinačnu i kombiniranu uporabu.

Također, NOP je odredio lokacije javno dostupnih mjesta za opskrbu UPP-om, uključujući TEN-T koridore kao i luke izvan osnovne TEN-T mreže i to:<sup>28</sup>

- razvoj infrastrukture za prekrcaj i opskrbu UPP-om u Rijeci mora biti dostupna do 31. prosinca 2025. godine, a do 31. prosinca 2030. godine infrastruktura mora biti

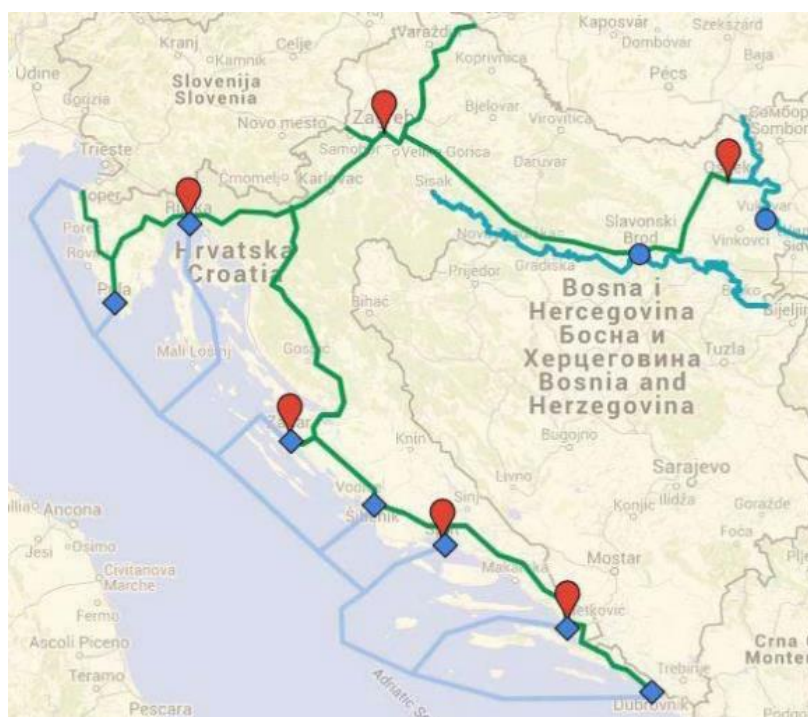
---

<sup>27</sup> Ibidem.

<sup>28</sup> Lopac, A.A., Mogućnost primjene ukapljenog prirodnog plina u pomorskom i kopnenom prometu Republike Hrvatske, dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/193842> (23.07.2021.)

dostupna u Puli, Zadru, Šibeniku, Splitu, Pločama i Dubrovniku, te u lukama unutarnjih voda mora biti dostupna u Vukovaru i Slavanskom Brodu,

- infrastruktura za opskrbu teških teretnih vozila UPP-om mora biti dostupna mora biti dostupna na rubnim dijelovima gradova Zagreba i Rijeke do 31. prosinca 2025. godine, a do 31. prosinca 2030. godine mora biti na rubnim dijelovima gradova Zadra, Splita, Ploča, Slavanskog Broda i Osijeka i
- S ciljem osiguranja primjerene distribucije za opskrbljivanje brodova u morskim i riječnim lukama i na osnovnoj mreži TEN-T-a, distribucijski centar mora biti dostupan u Rijeci, a infrastruktura za pretovar u lukama Rijeka, Vukovar i Slavonski Brod.



**Slika 17. Lokacije javno dostupnih mjesta za opskrbu UPP-om**

Izvor: Lopac, A.A., Mogućnost primjene ukapljenog prirodnog plina u pomorskom i kopnenom prometu Republike Hrvatske, dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/193842> (23.07.2021.)

### 4.3. STVARANJE INFRASTRUKTURE ZA PRIMJENU ALTERNATIVNIH GORIVA

Uvođenje alternativnih goriva na globalna tržišta zavisi prvenstveno o troškovima, efikasnosti i ostalim ekonomskim aspektima. Količina vozila i plovila koji koriste različite alternativne izvore energije u EU još uvijek je premalen jer 95 % cestovnih vozila za pogon još uvijek koristi konvencionalna goriva. Međutim, Europska komisija nastoji povećati uporabu alternativnih goriva i usmjeriti potražnju, ponudu i razvoj infrastrukture kako bi se olakšao prelazak na mobilnost s nultom i niskom razinom štetnog utjecaja. Najveći problem uzrokuju tržišne prepreke pri uporabi pojedinih alternativnih goriva. Primjerice, manjak odgovarajuće infrastrukture za punjenje i opskrbu vozila i brodova električnom energijom, problemi zbog kojih se korisnici ne mogu lako koristiti infrastrukturom i nedovoljan razvitak pametne mreže. Međutim, kako bi područje EU uspješno implementirao prelazak na mobilnost s nultom i niskom razinom štetnih utjecaja potrebno je razviti integrirani pristup za koji je neophodan skupni okvir politike za vozila, elektroenergetska mreža, infrastruktura, ekonomski poticaji i digitalne usluge na cijelom području EU ali i na nacionalnoj, regionalnoj i lokalnoj razini.

Akcijskim planom za socijalno pravedan prelazak na konkurentnu, čistu i povezanu mobilnost za sve dopunjavaju se i bolje provode nacionalni okviri politike navedeni u Direktivi 2014/94/EU o uspostavi infrastrukture za alternativna goriva i tako bi se ostvarila izgradnja funkcionalne infrastrukture EU do 2025. godine.

Razni instrumenti potpore na području EU moraju djelovati prema cilju da za buduća ulaganja u infrastrukturu treba osigurati znatna privatna i javna ulaganja. Da bi to postala norma Komisija treba ojačati suradnju među instrumentima financiranja te mora raditi na ostalim važnim pitanjima za uspostavljanje infrastrukture za alternativna goriva i to primjerice na integraciji prometnih i energetske sustava. Stvaranje infrastrukture za alternativna goriva posljednjih nekoliko godina je ubrzano. Ostvaren je znatan napredak i između ostalog zahvaljujući sredstvima i poticajima Europske Unije. Prema Europskom informativnom portalu o alternativnim gorivima krajem rujna 2017. godine raspolagano je sa 118 000 javno dostupnih mjesta za punjenje električnih vozila, 3458 mjesta za opskrbu vozila stlačenim prirodnim plinom ili ukapljenim prirodnim plinom te 82 mjesta za punjenje vozila vodikom.<sup>29</sup>

---

<sup>29</sup> [https://ec.europa.eu/transparency/documents-register/detail?ref=COM\(2017\)652&lang=hr](https://ec.europa.eu/transparency/documents-register/detail?ref=COM(2017)652&lang=hr) (14.08.2021.)

Također, mora se ubrzati uvođenje infrastrukture i sljedećim područjima:

- u osnovnoj mreži TEN-T-a i
- gradskim i prigradskim područjima jer tamo vozila i najviše prometuju.

Predviđa se da će za izgradnju i opremanje infrastrukture na koridoru biti potrebno 1,5 milijardi eura do 2025. godine.<sup>30</sup>

Infrastruktura u Hrvatskoj je isto tako u priličnom porastu, a u sljedećoj tablici broj 7., bit će prikazan ukupan razvoj i broj infrastrukture u Hrvatskoj i to po pojedinim vrstama alternativnih goriva.

**Tablica 7. Prikaz ukupnog razvoja i broja infrastrukture u Hrvatskoj po pojedinim vrstama alternativnih goriva**

<b>Godina</b>	<b>Električna energija</b>	<b>Prirodni plin</b>	<b>Ukapljeni prirodni plin</b>	<b>Vodik</b>	<b>Ukupno</b>
<b>2009</b>	0	0	0	0	0
<b>2010</b>	0	0	0	0	0
<b>2011</b>	0	0	0	0	0
<b>2012</b>	0	0	0	0	0
<b>2013</b>	0	0	0	0	0
<b>2014</b>	0	0	310	0	310
<b>2015</b>	68	2	310	0	380
<b>2016</b>	223	2	550	0	775
<b>2017</b>	428	2	550	0	980
<b>2018</b>	552	2	521	0	1075
<b>2019</b>	613	2	528	0	1143
<b>2020</b>	670	4	532	0	1206

Izvor: izradila autorica prema podacima: <https://www.eafo.eu/> (14.08.2021.)

---

<sup>30</sup> Ibidem.

Prikazanim podacima u tablici 7. može se zaključiti kako najviše punionica u Hrvatskoj ima za električnu energiju, zatim slijedi ukapljeni prirodni plin a ostala alternativna goriva imaju linearni rast po godinama.

## **5. PRIMJENA ALTERNATIVNIH GORIVA NA PRIMJERU TOYOTA AUTOMOBILA**

Toyota hibridi su hibridna električna vozila koja dnevno mogu prelaziti 50% električnih kilometara, a u nekim slučajevima i više te Toyota kompanija s ponosom predvodi ulazak u svijet buduće elektrifikacije. Toyota, također, u svojoj ponudi ima 10 hibridno-električnih modela četvrte generacije i svaki od njih nudi potpuno električni pogon uz nultu emisiju štetnih plinova u većini gradskih vožnji i to zadovoljno potvrđuje 15 milijuna korisnika Toyota hibrida. Toyota hibridni automobili su pouzdaniji za okoliš, iziskuju manje financijske izdatke i pružaju bolje iskustvo u vožnji.

Nadalje, druge prednosti takvih automobila su sljedeće:

- električni pogon u 50% vremena,
- ušteda novca,
- punjenje automobila bez korištenja utičnice,
- pružaju opuštenu i tihu vožnju,
- pouzdani i sigurni automobili i
- doprinose čistijem zraku.

Toyotini hibridni automobili obavljaju vožnju u potpuno električnom načinu rada i to u više od 50% vremena. Također, imaju funkciju neprimjetnog prebacivanja između električnog pogona i standardnog benzinskog motora, a kada je učinak najučinkovitiji, samopunjivi hibridi imaju pogodnost električnog pogona bez ikakve potrebe za uključivanjem u utičnicu.

Inovativna tehnologija inteligentno spaja benzinski i električni motor i to na način da koristi prednosti oba vozila i tako im pruža pouzdan i tih pogon, uz najmanju potrošnju goriva.

Ušteda novca najviše se odnosi na sljedeće:<sup>31</sup>

---

<sup>31</sup> <https://www.toyota.hr/hybrid/hybrid-landing> (15.08.2021.)

- ušteda goriva, u prosjeku 30%,
- automatski e-CVT mjenjač u cijeni vozila,
- niže troškove održavanja i
- eko poticaje.

Također, Toyotine hibridne automobile nije potrebno napajati vanjskim izvorima električne energije tj. priključivati ih u struju. Baterija se puni samostalno tijekom vožnje i za vrijeme kočenja i zbog u većini slučajeva neće biti potrebno tražiti stanice za napajanje. Efikasna hibridna tehnologija s automatskim e-CVT mjenjačem i konkretnom isporukom snage kada je potrebna pruža i ostavlja dojam tihe vožnje za razliku od motora s unutarnjim izgaranjem. Toyota također nudi i 10 godina jamstva na hibridnu bateriju i 10 godina bezbrižnosti uz Toyota Relax, što nove korisnike ohrabruje pri kupnji elektrificiranih Toyota vozila. Desetogodišnje jamstvo na hibridnu bateriju (HCC) vrijedi ako se iste baterije provjeravaju jednom godišnje od strane korisnika vozila ili kada vozilo prijeđe 15 000 kilometara, ovisno koji uvjet nastupi prvi, a redovite provjere se moraju obavljati kod ovlaštenog Toyota partnera. S druge strane, kao potvrda kvalitete, pouzdanosti i trajnosti svojih vozila, Toyota svojim korisnicima nudi i besplatni popravak vozila ako dođe do kvara, do 10 godine starosti ili ako automobil prijeđe 160 000 kilometara, ali se vozilo također mora održavati u ovlaštenom Toyota servisu te to sve nudi Toyotin Relax program. I jedna od najpozitivnijih karakteristika ovakvih automobila je ta da imaju rekordno nisku emisiju CO<sub>2</sub>, kao i dušikovih oksida i drugih ispušnih plinova te veći dio puta, osobito u gradskoj i prigradskoj vožnji vozila mogu prelaziti na električni pogon i bez ispušnih plinova.

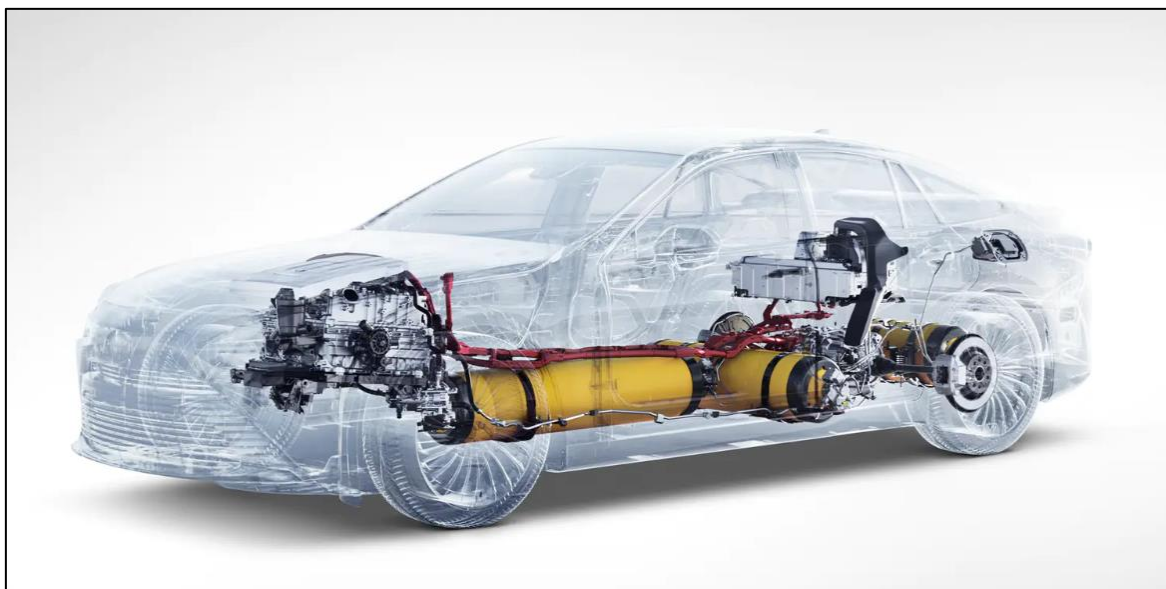
Kako je već prije navedeno postoji nekoliko vrsta hibrida, a podijeljeni su u tri glavne kategorije: blagi hibrid (Mild Hybrid), puni hibrid (Full Hybrid) i hibrid s vanjskim punjenjem (Plug-in-Hybrid). Međutim, Toyota proizvodi dvije kategorije i to plug-in hibride i pune hibride. Plug-in hibridi koriste vanjske kabele za punjenje kada se spajaju na izvor napajanja i kada je maksimalno napunjen kreće se isključivo pomoću električnog pogona, a kada je baterija prazna vozilo se pretvara u puni uobičajeni hibrid. Ako korisnik vozila kod kuće ili na poslu posjeduje odgovarajuće načine punjenja, a uobičajene vožnje su unutar dosega da se mogu obavljati na električni pogon, postiže se ušteda goriva do čak 90%.

Ipak, kod Toyotinih punih hibrida baterija je dosta snažnija i ima veći kapacitet obavljanja usluge. Djelovanje benzinskog i elektromotora je zajedničko i automatski se mijenja s obzirom na način vožnje. Kada se vozilo nalazi u fazi mirovanja ili kočenja, nižim brzinama ili nizbrdici tada automobil radi samo uz pomoć elektromotora, dok se benzinski pogon javlja pri većim brzinama i opterećenjima. Prosječna ušteda goriva je oko 30%, a pametno punjenje baterija se obavlja prilikom kočenja.

Toyota, također nudi i aplikaciju MyT, odnosno poduke na mobilnom uređaju o hibridu i ona nudi odgovarajuće informacije kako se može poboljšati hibridna vožnja na temelju prethodnih vožnji. Na taj način, najbolje se koristi električni pogon te se smanjuje potošnja goriva i štetan utjecaj na okoliš.

Toyota u svom planu Ekološkog izazova do 2050. godine, želi emisiju štetnih plinova još više svesti na minimum. Stoga, žele vodik koji se sve više nameće kao potencijalno učinkovito alternativno gorivo što više implementirati u svoja vozila budućnosti. Smatraju kako je vodik čista, održiva energija i ona će im pomoći u smanjivanju ujecaja njihovih proizvoda i djelovanja na okoliš i pridonjeti boljem utjecaju na društvo.

I upravo zato Toyota je proizvela novi Mirai automobil te on predstavlja Toyotinu drugu generaciju električnih vozila na goriva ćelije.



**Slika 18. Prikaz jezgre automobila Mirai - pogon vodik**

Izvor: <https://www.toyota.com/mirai/> (16.08.2021.)

U jezgri Miraija, prikazanog na slici 18., vodik iz spremnika za gorivo i zrak koji ulazi iz usisne rešetke susreću se u gomili ćelija za gorivo i tamo kemijska reakcija uključuje kisik u zraku i tako vodik stvara električnu energiju i napaja automobil.<sup>32</sup>

Novi prikazani Toyotin automobil nudi tako više vozničkih karakteristika, dinamičniji je, elegantniji te ima novu dinamiku vožnje kada se uspoređuje s automobilom prve generacije.

---

<sup>32</sup> <https://www.toyota.com/mirai/> (16.08.2021.)



## 6. ZAKLJUČAK

Alternativna goriva su goriva čijim bi se implementiranjem u urbani promet u potpunosti mogla zamjeniti standardna goriva u bliskoj budućnosti. Broj osobnih vozila u urbanim sredinama je u svakodnevnom porastu, iako upravo oni stvaraju veliku zagađenost zraka. Zbog sve većeg onečišćenja okoliša koje prouzročuje, kao i njegove ograničene zalihe, fosilna goriva će se vrlo brzo isključiti iz svakodnevne uporabe dok će alternativna goriva imati sve kvalitetniju i ekološki prihvatljiviju uporabu u prometu.

Kada se govori o zastupljenosti alternativnih goriva, najveću važnost ima uporaba električne energije i plina, ali da bi praktična primjena alternativnih oblika energije postala sve učestalija u budućnosti neophodno je korisnike vozila dodatno educirati o njihovom pozitivnom učinku. Vodeći se tim činjenicama, mnoge države Europske unije, a među njima i Hrvatska uvode razne mjere kojima će omogućiti rješavanje tih problema. Također, uvode se razni sustavi sufinanciranja nabave vozila na pogon alternativnih goriva, ali ni to nije dovoljno da bi se pokrenula odgovarajuća investicija u infrastrukturu i upravo je to glavni problem ostvarenja očekivanog povećanja tržišta.

Za uvođenje efikasnog mehanizma za alternativna goriva nužno je uspostaviti zajedničku koordinaciju i suradnju između proizvođača vozila, ustupitelja infrastrukture, raznih državnih tijela i krajnjih korisnika usluge. Međutim, iako je alternativna opcija za sada još uvijek ekonomski neisplativa u odnosu na konvencionalne oblike, njezina evolucija očekuje sve u narednih godinama kada se predviđa potpuni prelazak na ekološki isplativiju opciju.

## LITERATURA

### KNJIGE

1. Baričević, H.: Tehnologija kopnenog prijevoza, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2001. godina
2. Filipović, I., Pikula, B., Bibić, Dž., Trobradović, M.: Primjena alternativnih goriva u cilju smanjenja emisije zagađivača kod cestovnih vozila, goriva i maziva, Mašinski fakultet Sarajevo, 2004. godina
3. Franković, B., Jedriško, C., Lenić, K., Trp, A.: Istraživanja i razvoj vodika, Tehnički fakultet Sveučilišta u Rijeci, 2000. godina
4. Lopac, A.A., Mogućnost primjene ukapljenog prirodnog plina u pomorskom i kopnenom prometu Republike Hrvatske, dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/193842>
5. Pavelić, Đ.: Mjere zaštite od požara pri uporabi ukapljenog naftnog plina, Sigurnost 2015. godina

### ELEKTRONIČKI IZVORI

1. D.P., Hrvatski DOK-ING sprema automobile za serijsku proizvodnju, 2017. godina, dostupno na: <https://automobili.hr/novosti/novosti-2/hrvatski-dok-ing-sprema-automobil-za-serijsku-proizvodnju> (27.06.2021.)
2. Europska agencija za okoliš: Oblikovanje energije budućnosti u Europi: čista, pametna i obnovljiva, 2017. godina, dostupno na: <https://www.eea.europa.eu/hr/signals/eea-signali-2017-oblikovanje-buducnosti/clanci/voznja-prema-elektricnoj-buducnosti> (07.05.2021.)
3. Europska agencija za okoliš: Oblikovanje energije budućnosti u Europi: čista, pametna i obnovljiva, 2017. godina, dostupno na: <https://www.eea.europa.eu/hr/signals/eea-signali-2017-oblikovanje-buducnosti/clanci/energija-u-europi-2013-stanje-stvari> (07.05.2021.)
4. Fakultet prometnih znanosti, Ekologija u prometu, Alternativna goriva, dostupno na: [https://www.weboteka.net/fpz/Ekologija%20u%20prometu/e-student/02-Alternativna\\_goriva.pdf](https://www.weboteka.net/fpz/Ekologija%20u%20prometu/e-student/02-Alternativna_goriva.pdf) (18.06.2021.)

5. Herceg. S. C., Ambiciozni planovi iz 2017.: Bunkering – kako će prelaskom brodova na Ing pogon hrvatska brodogradnja doživjeti ekspanziju, 2021. godina, dostupno na: <https://www.nacional.hr/ambiciozni-planovi-iz-2017-bunkering-kako-ce-prelaskom-brodova-na-Ing-pogon-hrvatska-brodogradnja-dozivjeti-ekspanziju/> (17.07.2021.)
6. <https://mmpi.gov.hr/infrastruktura/dokumenti-136/nacionalni-okvir-politike/17813> , dostupno u obliku priloga: [https://mmpi.gov.hr/UserDocsImages/arhiva/Prilog%20%20NOP%20ver30-05-2015%2014-7\\_15.pdf](https://mmpi.gov.hr/UserDocsImages/arhiva/Prilog%20%20NOP%20ver30-05-2015%2014-7_15.pdf) (22.07.2021)
7. Informacija: Strategija održive i pametne mobilnosti; dostupno na: <https://mmpi.gov.hr/informacija-strategija-odrzive-i-pametne-mobilnosti/22500> (29.05.2021.)
8. K. Ćosić., U periodu od 2010. do 2020. godine u svijetu je znatno porastao interes za električnim automobilima, 2021. godina, dostupno na: <https://smartlife.hr/e-Zivot/Pametna-mobilnost/a393/TIJEKOM-10-GODINA-10-milijuna-elektricnih-automobila-u-svijetu.html> (05.07.2021.)
9. Korda. Z., Bruxelles predlaže ukidanje benzinaca i dizelaša do 2035., porez na kerozin i druge radikalne mjere za smanjenje emisije stakleničkih plinova, 2021. godina, dostupno na: <https://www.tportal.hr/biznis/clanak/bruxelles-predlaze-ukidanje-benzinaca-i-dizelasa-do-2035-porez-na-kerozin-i-druge-radikalne-mjere-za-smanjenje-emisije-staklenickih-plinova-20210714> (22.07.2021.)
10. McKinsey & Company, „Charging ahead: Electric-vehicle infrastructure demand”, dostupno na: [https://aec.energy/chargers/?gclid=Cj0KCQjw5uWGBhCTARIsAL70sLKNcVwJknylW-itdnmNBqaZjSY7yLpPyTH3E95439f7plc8nLBrFSAaAt79EALw\\_wcB](https://aec.energy/chargers/?gclid=Cj0KCQjw5uWGBhCTARIsAL70sLKNcVwJknylW-itdnmNBqaZjSY7yLpPyTH3E95439f7plc8nLBrFSAaAt79EALw_wcB) (28.06.2021.)
11. Stojkov, M., Gašparović, D., Pelin, D., Glavaš, H., Hornung, K., Mikulandra, N., (2014.) – Električni automobil – povijest razvoja i sastavni dijelovi, dostupno na: [https://bib.irb.hr/datoteka/717355.140925\\_Elektricna\\_Vozila\\_ms.pdf](https://bib.irb.hr/datoteka/717355.140925_Elektricna_Vozila_ms.pdf) (01.07.2021.)
12. Večernji list, Isprobali smo novi električni Renault: Veća baterija i nikad niža cijena: 2019. godina, dostupno na: <https://www.vecernji.hr/auti/isprobali-smo-novi-elektricni-renault-veca-baterija-i-nikad-niza-cijena-1351474> <https://www.vecernji.hr/auti/isprobali-smo-novi-elektricni-renault-veca-baterija-i-nikad-niza-cijena-1351474> (10.07.2021.)

13. V.T., Koje su dobre, a koje loše strane električnih automobile?, 2020. godina, dostupno na: <https://www.index.hr/auto/clanak/koje-su-dobre-a-koje-lose-strane-elektricnih-automobila/2162386.aspx> (02.07.2021.)

## OSTALI IZVORI

1. <https://www.iea.org/data-and-statistics> (07.05.2021.)
2. [https://hr.wikipedia.org/wiki/Prirodni\\_plin](https://hr.wikipedia.org/wiki/Prirodni_plin) (08.05.2021.)
3. [http://www.scp.hr/file/Ecar\\_HR\\_tisak.pdf](http://www.scp.hr/file/Ecar_HR_tisak.pdf) (03.07.2021.)
4. <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/gas> (15.07.2021.)
5. <https://www.ina.hr/veleprodaja/proizvodi/ukapljeni-naftni-plin/> (17.05.2021.)
6. <https://eko.zagreb.hr/biogoriva/92> (16.06.2021.)
7. <https://www.rimac-automobili.com/> (27.06.2021.)
8. <https://www.toyota.hr/> (15.07.2021.)
9. [https://www.europarl.europa.eu/ftu/pdf/hr/FTU\\_2.5.2.pdf](https://www.europarl.europa.eu/ftu/pdf/hr/FTU_2.5.2.pdf) (18.07.2021.)
10. <https://mmpi.gov.hr/infrastruktura/dokumenti-136/nacionalni-okvir-politike/17813> (21.07.2021.)
11. [https://ec.europa.eu/transparency/documents-register/detail?ref=COM\(2017\)652&lang=hr](https://ec.europa.eu/transparency/documents-register/detail?ref=COM(2017)652&lang=hr) (14.08.2021.)
12. <https://www.toyota.hr/hybrid/hybrid-landing> (15.08.2021.)
13. <https://www.toyota.com/mirai/> (16.08.2021.)

## POPIS SLIKA

Slika 1. Prikaz LNG tankera za prijevoz LNG-a.....	8
Slika 2. Prikaz cisterne za prijevoz LNG-a .....	8
Slika 3. Prikaz prve Hrvatske punionice za ukapljeni prirodni plin nedaleko od Rijeke ....	10
Slika 4. Shematski prikaz cirkuliranja CO <sub>2</sub> kod uporabe biogoriva .....	16
Slika 5. Prikaz izvora energije za pogon cestovnih vozila .....	18
Slika 6. Prvi električni automobil.....	21
Slika 7. Električni automobil Loox - tvrtke DOK-ING.....	22
Slika 8. Rimac Concept One automobil .....	24
Slika 9. Brza električna punionica za električne automobile u Ravnoj Gori.....	27
Slika 10. Blok - shema elemenata vozila na električni pogon.....	29
Slika 11. Prikaz najboljih 20 svjetskih tvrtki za proizvodnju električnih vozila.....	34
Slika 12. Električni automobil - Renault Zoe .....	35
Slika 13. Najnoviji kineski električni automobil Hong Guang Mini.....	38
Slika 14. Hibridno električno vozilo.....	40
Slika 15. Toyota Prius - hibridno vozilo .....	41
Slika 16. Grafički prikaz globalne potražnje za plinom u početnim i revidiranim prognozama u razdoblju od 2019.-2025. godine .....	44
Slika 17. Lokacije javno dostupnih mjesta za opskrbu UPP-om.....	51
Slika 18. Prikaz jezgre automobila Mirai - pogon vodik.....	56

## POPIS TABLICA

Tablica 1. Emisija zagađivača okoliša sa štetnim ispušnim plinovima cestovnih vozila u urbanoj sredini izražena u tonama .....	20
Tablica 2. Ukupni broj električnih i hibridno-električnih automobila u deset država Europske Unije .....	25
Tablica 3. Dostupne tehnologije za punjenje električnih automobila .....	26
Tablica 4. Izračun potrošnje goriva i njegovog utjecaja na okoliš .....	30
Tablica 5. Usporedba održavanja vozila na električni pogon i na pogon s unutarnjim izgaranjem na godišnjoj razini.....	33
Tablica 6. Usporedba cijene plina i dizela na europskoj razini na dan 15.07.2021. godine	43
Tablica 7. Prikaz ukupnog razvoja i broja infrastrukture u Hrvatskoj po pojedinim vrstama alternativnih goriva.....	53

## **POPIS GRAFIKONA**

Grafikon 1. Emisija CO2 prema sektorima transporta .....	4
Grafikon 2. Prikaz rasta električnih automobila u razdoblju od 2018.-2020.godine.....	37
Grafikon 3. Kina kao glavni proizvođač e-vozila.....	38